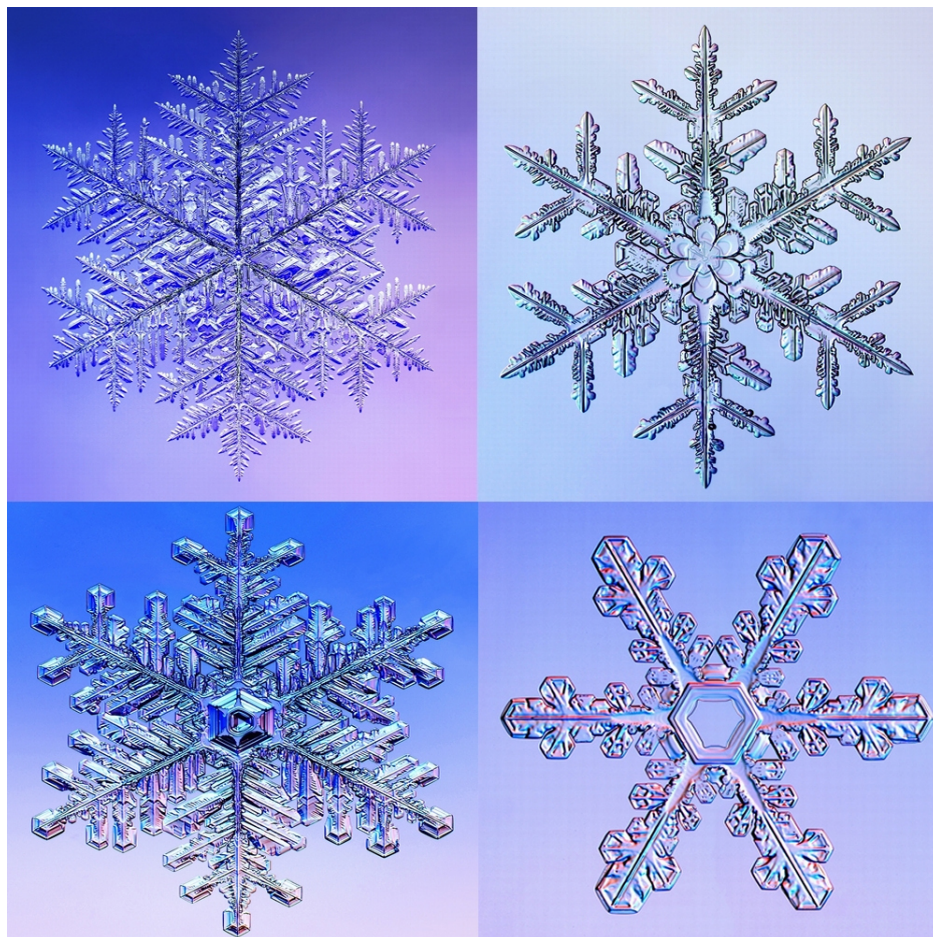




MATAPLI

SOCIÉTÉ DE MATHÉMATIQUES
APPLIQUÉES ET INDUSTRIELLES



N° 88 • Février 2009

COMITÉ DE RÉDACTION

Rédacteur en chef

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

Christian Gout

christian.gout@univ-valenciennes.fr

Rédacteurs

Nouvelles des universités

Laboratoire MAPMO - UMR 6628 BP 6759 - 45067 Orléans cedex 2
Tél. : 02 38 41 73 16 - Fax : 02 38 41 72 05

Maïtine Bergounioux

Maitine.Bergounioux@univ-orleans.fr

Nouvelles du CNRS

Laboratoire de modélisation et de Calcul - IMAG
Université Joseph Fourier, Rue des Mathématiques
38041 Grenoble cedex 9
Tl : 04 76 51 46 10 - Fax : 04 76 63 12 63

Didier Bresch

Didier.Bresch@imag.fr

Résumés de livres

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

Paul Sablonnière

Paul.Sablonniere@insa-rennes.fr

Résumés de thèses

INSA, 20 av. des Buttes de Coësmes, 35043 RENNES Cedex
Tél : 02. 23. 23. 82. 30 - Fax : 02. 23. 23. 83. 96

Carole Le Guyader

carole.le-guyader@insa-rennes.fr

Du côté des industriels

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

Hélène Barucq

helene.barucq@inria.fr

Du côté des écoles d'ingénieurs

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

Catherine Bolley

Catherine.Bolley@ec-nantes.fr

Info-chronique

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

Philippe d'Anfray

Philippe.d-Anfray@renater.fr

Math. appli. et applications des maths

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

Patrick Chenin

Patrick.Chenin@imag.fr

Congrès et colloques

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

Thomas Haberkorn

thomas.haberkorn@univ-orleans.fr

Vie de la communauté

Laboratoire J.A. Dieudonné, Université de Nice-Sophia Antipolis
Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 2
Tél. : 04 72 72 85 26 - Fax : 04 92 07 60 23

Stéphane Descombes

Stephane.DESCOMBES@unice.fr

Sommaire

SOMMAIRE

Éditorial	3
Compte-rendus des CA et bureaux	5
Texte de prospective	11
Pacific Institute of the Mathematical Sciences	39
Vie de la communauté	41
Du côté des Industriels	57
Comptes rendus de manifestations	61
Le logo du CNRS est-il convexe ?	63
Un problème de restauration des vieux films	71
Vulgariser ! Pourquoi, comment ?	91
Annonces de thèses	97
Annonces de colloques	125
Revue de presse	129
Liste des correspondants régionaux	141

*Date limite de soumission des textes pour le Matapli 89 : **15 mai 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

smai@emath.fr – [http ://smai.emath.fr](http://smai.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

Site internet de la SMAI :

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

Editorial

par Denis TALAY

EDITORIAL

Notre rédacteur en chef Christian Gout a choisi des cristaux de neige pour agrémenter la couverture de ce premier numéro de Matapli en 2009. Cette illustration est évidemment de saison et constitue un fond d'écran approprié aux vœux d'heureuse nouvelle année que je vous présente au nom du Conseil d'Administration de la SMAI.

A la réflexion, la forte structure interne de ces cristaux, par opposition au magma de la tourmente de neige, me semble aussi une bonne représentation mentale de la nature de toute modélisation et de l'élaboration de preuves complexes.

Néanmoins il ne neigera pas en mai à La Colle sur Loup, charmant village des Alpes Maritimes qui accueillera SMAI 2009, quatrième Biennale des Mathématiques Appliquées. Ce sera l'événement majeur pour la SMAI cette année. J'espère vous rencontrer à cette grande fête des mathématiques appliquées.

Beaucoup d'autres manifestations sont déjà programmées, parmi lesquelles une journée SMAI-Météo, une journée Maths-Industrie à Rennes sur le thème des statistiques en partenariat avec la SFDS, une rencontre Math-Méca en partenariat avec le groupe de travail « Activités Universitaires en Mécanique » de la Société Française de Mécanique. Nous aurons donc de multiples occasions de cristalliser nos savoirs ensemble.

Je termine par l'évocation brève des accords que la SMAI vient de signer avec SIAM et avec la Canadian Applied and Industrial Mathematics Society : en raison de leur importance, il en sera abondamment question dans le prochain numéro de Matapli.

Je vous renouvelle mes vœux bien amicaux.

Bien amicalement à tous,

Denis Talay
Président de la SMAI

Thèses en ligne !

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

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

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

Thierry Dumont.

Opération Jeunes Docteurs

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

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

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

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

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

Comptes-rendus de la SMAI

par Serge PIPERNO

Compte-rendu – CA SMAI – 11 décembre 2008

COMPTES-RENDUS DE LA SMAI

Présents. F. Bonnans, A. de Bouard, P. Chenin, J. Droniou, E. Godlewski, C. Gout, J.-B. Hiriart-Urruty, P. Lascaux, B. Lucquin, J. Mairesse, M. Mongeau, S. Piperno, B. Prum, D. Talay, M. Théra.

Excusés et/ou représentés. G. Allaire, M. Bouhtou, D. Chapelle, S. Cordier, M. J. Esteban, R. Eymard, T. Goudon, M. Langlais, P. Lafitte, M. Lavielle, C. Le Bris.

Absent. R. Touzani.

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

1. Intervention de Avner Bar-Hen, président de la SFdS

A. Bar-Hen, président de la Société Française de Statistiques (SFdS), présente brièvement la société (environ 900 adhérents). Certains aspects sont à relever, notamment la participation importante des industriels (environ pour moitié), l'appui sur le "Journal Français de Statistique" (revue électronique gratuite), une forte activité de formation continue qui permet entre autres de maintenir un lien fort avec les industriels. Les collaborations en cours avec la SMAI ont été détaillées (colloque Maths à Venir, lettres communes, journée "Fiabilité" à l'IHP avec le GT MAS, etc.)

2. Décisions électroniques prises depuis le dernier CA

- approbation le 15/10 du compte-rendu CA du 6/10 ;
- approbation le 24/10 de l'uniformisation des réductions (30%) de nos tarifs pour les adhésions prises dans le cadre de nos accords de réciprocité avec d'autres sociétés ;
- approbation le 10/11 de l'accord de réciprocité avec la SCMAI (Société Canadienne de Mathématiques Appliquées et Industrielles) ;
- approbation le 25/11 du "texte de prospective" de la SMAI ;

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

- approbation le 25/11 de la "Pétition sur la mastérisation" demandant que le projet de "mastérisation" (réforme de la formation et des concours de recrutement des enseignants) fasse l'objet d'un moratoire d'un an au moins.
- approbation (unanimité moins une voix et une abstention) le 26/11 du "Texte destiné au Monde" (tribune intitulée "Finances, politique et mathématiques, quels liens") ;
- approbation le 27/11 du "Communiqué des sociétés françaises de mathématiques à propos du futur Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions".

3. Nouvelles des Groupes Thématiques

- nouvelles des GT AFA : gros succès des rencontres AFA du 24-28 novembre 2008 au CIRM (organisées par J.-D. Boissonnat, M.-L. Mazure, A. Cohen, B. Beckermann), préparation de la "7th Conférence on Curves and Surfaces" (juin 2010, Avignon, organisateurs : Jean-Daniel Boissonnat, Patrick Chenin, Albert Cohen, Christian Gout, Tom Lyche, Marie-Laurence Mazure et Larry Schumaker).
- nouvelles des GT MAS : la dernière journée MAS "Modélisation et Statistiques des réseaux" a réuni plus de 170 participants ; le prix de thèse J. Neveu du GT MAS est lancé (appel à candidature, jury constitué) ; en préparation, une journée "Mathématiques appliquées et Sûreté du fonctionnement" à Pau le 6 février 2009 (avec l'IMDR) et une journée "Fiabilité" avec la SFdS.
- groupe thématique MIR (Mathématiques et Informatique pour les Réseaux) : Jean Mairesse rapporte les conclusions d'une réunion (le 5 décembre) de travail avec des responsables du GDR "Informatique Mathématique". Une réunion entre la SMAI et le GDR est prévue, afin de préciser ce que la SMAI pourrait apporter au GDR (pérennité, activité éditoriale, visibilité des activités à la frontière maths/info, etc.) et réciproquement.
- groupe thématique Maths et Bio : le projet est bien moins avancé, et la SMAI recherche des personnes motivées par ces sujets maths/bio.

4. Nouvelles de la SMAI

- chargée de mission SMAI "mathématiciens en situation d'urgence" : Maria J. Esteban a accepté cette mission, que tout le monde souhaite aussi légère que possible.
- comité d'organisation de "Maths à venir" : le comité (Y. Maday, J.-M. Poggi, M.-F. Roy) est aussi en contact avec des représentants d'institutions qui soutiennent cette initiative SMAI/SMF/SFDS (Inria, Fondation Sciences Mathématiques, CNRS, IHES) ; les grandes lignes du programme ont été tracées (2 jours fin novembre - début décembre 2009, 5 conférences de haut niveau, tables rondes). Une des tables rondes aura pour thème "Maths et Industrie"

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

et constituera un volet de l'Atelier de Réflexion Prospective de l'ANR déposé par Yvon Maday. Dans ce cadre, cette table ronde devra être préparée par un ensemble de propositions d'actions (rapport attendu par l'ANR le 15 avril prochain). Le comité de pilotage souhaite être renforcé (Denis Talay va proposer qu'il le soit par le président et un représentant pour chaque société). Il se réunira le 18 décembre.

5. Publications

- réflexion sur les revues : des propositions précises sont attendues et seront examinées en détail (prix des abonnements, diffusion, support au secrétariat éditorial, etc.).
- informations sur RAIRO-RO : la ROADEF a exprimé son accord avec les conclusions du rapport Bonnans-Carlier-Mongeau. Le Conseil d'Administration de la SMAI se félicite du rétablissement des échanges avec la ROADEF (qui a nommé un chargé de suivi du journal) et des changements entérinés par l'équipe éditoriale du journal (Ph. Mahey prend en charge le rôle d'éditeur-en-chef unique, fonctionnement éditorial normalisé à la SMAI).
- Hélène Barucq (INRIA) va reprendre la rubrique "Du côté des Industriels" de MATAPLI qui souffre actuellement d'un manque certain d'articles sur des collaborations industrielles.

6. Contexte Enseignement-Recherche

- point d'information de E. Godlewski sur la masterisation de la formation des enseignants : il y a très peu d'éléments nouveaux ou précis. La SMAI se coordonne avec les autres sociétés de mathématique à travers la CFEM.
- la SMAI a co-signé avec la SFdS et la SMF à propos du futur INSMI du CNRS (lettredisponible sur le site de la SMAI).
- projet de décret modifiant le statut d'Enseignant-Chercheur : les membres du Conseil d'Administration s'inquiètent (entre autres) de l'absence totale de reconnaissance dans le texte des activités d'animation de la communauté, de vulgarisation, de diffusion des connaissances, etc. Mandat a été donné à E. Godlewski pour participer à la rédaction d'un texte avec les autres sociétés. Des informations sur les débats autour du projet de décret pourront être réunies sur le site de la SMAI.

Compte-rendu – Bureau téléphonique SMAI – 4/12/2008

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

1. Point SMAI

- *correspondants régionaux* : un sondage auprès des correspondants régionaux a été lancé pour améliorer les échanges d'informations. Il est suggéré d'organiser une réunion avec les correspondants régionaux lors de SMAI'2009.
- *livre blanc* : peu de retours obtenus à la suite de l'appel à diffusion au CA ; il est proposé d'avancer en rédigeant une synthèse des premiers témoignages.
- *mathématiciens en situation d'urgence* : Maria J. Esteban accepte cette mission, que nous souhaitons tous aussi légère que possible.
- *diffusion prospective SMAI* : le document de prospective a été signalé aux adhérents de la SMAI et "à la une" du site web de la SMAI. Une diffusion institutionnelle électronique sera mise en place, ainsi qu'une diffusion papier (support de bonne qualité, mise en page agréable). La diffusion dans Matapli est prévue.
- *comité d'organisation de "Maths à venir"* : la SMAI a proposé aux autres sociétés savantes d'étendre le comité de pilotage à six membres (en vue du passage à l'organisation concrète). L'articulation avec un Comité d'organisation formé ultérieurement n'est pas évidente. Yvon Maday (représentant de la SMAI dans le Comité de pilotage) sera invité au prochain CA pour éclaircir ce point.
- *cérémonie des prix 2008* : C. Faber de l'INRIA organise la manifestation avec grande efficacité. Les informations (programme notamment) ont été diffusées au sein de la SMAI par les canaux habituels.

2. Actualités gouvernementales

- *lettre sfds-smai-smf à propos du CNRS/INSMI* : la lettre doit être diffusée aux adhérents, dans Matapli et rendue disponible sur le site de la SMAI.
- *enseignants et enseignants-chercheurs* : il est prévu de discuter au prochain CA du projet de mastérisation des enseignants et du projet de décret sur les enseignants-chercheurs.

3. Publications

- *publication en ligne de Matapli* : il est proposé (sous réserve d'accord de Ch. Gout et du CA) que Matapli soit désormais publié en ligne à la parution du numéro suivant (version identique, avec erratum éventuel). Une partie du n°87 sur les mathématiques financières sera mise en ligne dès que possible.
- *MSIA* : P. Lascaux signale que des recherches primées par "La Recherche"

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

pourraient faire l'objet d'articles dans MSIA. Il est envisagé de proposer une collection de livres sur le même thème, par exemple en collaboration avec SIAM.

4. Préparation de l'Ordre du Jour du prochain CA (11/12)

Compte-rendu – Bureau SMAI – 30 octobre 2008

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

1. Label Calcul Intensif

- la SMAI a été informée très récemment d'un projet de "label calcul intensif pour les docteurs" qui sera porté par GENCI (Grand Équipement National de Calcul Intensif, <http://www.genci.fr/>). La SMAI donne son accord de principe pour participer au comité de réflexion sur ce label. Son accord définitif à la création du label sera subordonné aux critères d'attribution du label et à la composition du jury d'attribution. Serge Piperno, Secrétaire Général, représentera la SMAI dans le comité de réflexion.

2. Chantiers en cours

- *texte de prospective* : le texte a avancé, une version quasi-définitive sera élaborée par Serge Piperno début novembre.
- *Livre Blanc du doctorant* : il manque encore des témoignages de recruteurs en petites et moyennes entreprises. Nous devons également rechercher des témoignages de docteurs recrutés et d'encadrants de docteurs recrutés. Un appel à contributions va être envoyé aux membres du CA et aux correspondants régionaux.
- *Rencontres SMAI-Industrie* : en ciblant un appel vers des écoles d'ingénieurs (donc des campus avec un public étudiant potentiellement nombreux), P. Lascaux a obtenu une grosse douzaine de contacts ; cinq projets de journées sont bien avancés, cinq autres sont en cours d'élaboration. Il serait aussi envisageable de cibler des écoles doctorales.

3. Points divers

- M. J. Esteban demande l'accord du bureau à propos des propositions de la SMAI pour participer à la constitution du jury du Prix Lagrange.

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

- relations avec la SFdS : la SMAI souhaite se concentrer sur le montage d'opérations communes, ce qui peut tout-à-fait se faire par des communications régulières entre le GT Mas et la SFdS. De manière générale, il pourrait être opportun de se coordonner avec les autres sociétés savantes dans le cadre d'une association d'associations (aux statuts et modes opératoires clairs), pour tout ce qui concerne les actions communes.
- GT MIR (Mathématiques et Informatique pour les Réseaux) : l'équipe est quasiment constituée autour de L. Decreusefond et un texte devrait être proposé au Bureau et au CA fin janvier 2009.
- Cérémonie Académie des Sciences-SMAI-INRIA-SPECIF des "Prix en Mathématiques" le 12 décembre prochain : l'essentiel de l'ensemble des lauréats devrait être présent ; l'organisation pratique a été prise en main par l'assistante de D. Talay à l'INRIA (qui prend en charge une grande partie des coûts d'organisation).
- L'organisation d'une journée commune avec la SFT (Société Française de Thermique) avance. La forme retenue est celle d'une journée à l'IHP avec quatre thèmes et deux contributions par thème, l'une d'un mathématicien, l'autre d'un thermicien.

Texte de Prospective

Rapport de prospective sur les mathématiques appliquées et industrielles

rédigé par la
Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI)
Novembre 2008

Au moment où sont engagées de vastes réformes de l’organisation de la recherche scientifique nationale et de l’enseignement, il a semblé particulièrement utile à la SMAI de conduire une réflexion prospective sur les directions de recherche les plus prometteuses en termes d’avancées scientifiques, d’innovation industrielle, et de retombées sociétales.

Ce document, destiné à la communauté mathématique, au grand public, et aux décideurs politiques et industriels, résume les travaux de la SMAI, qui se sont articulés autour des points suivants :

- **l’image des mathématiques dans le grand public** ne reflète pas à quel point celles-ci sont fortement impliquées et utilisées dans la vie quotidienne ;
- **les mathématiques sont une science vivante**, alimentée par le dialogue avec les autres disciplines (sciences du vivant, sciences de l’information et de la communication, sciences des matériaux, économie, écologie, etc.) et leurs besoins spécifiques, ainsi qu’avec l’industrie ;
- comme **les carrières mathématiques semblent perdre de leur attractivité**, il faut tenter de répondre à la question : quel avenir pour quels mathématiciens ?
- **la structuration de la recherche** et les réformes engagées actuellement appellent quelques commentaires de la part de la SMAI.

Le présent rapport est rédigé du point de vue des mathématiques appliquées. Il est fondé sur une analyse critique de la situation de la recherche et de la formation en mathématiques en France. Il prétend seulement dégager des grandes lignes et chacun pourra trouver ici ou là des contre-exemples particuliers aux affirmations générales qui sont faites. Ce rapport ne prétend pas à l’exhaustivité. En particulier, les domaines d’interaction ou d’application des mathématiques qui sont mentionnés ne sont certainement pas les seuls concernés.

1 L'image des mathématiques

Les mathématiques présentent un visage à la fois fascinant et inquiétant, dont la perception par le grand public se caractérise par deux idées :

- les mathématiques sont abstraites ; elles sont donc incompréhensibles, mais surtout elles ne servent à rien dans le progrès technologique, contrairement à la physique (voir les applications du laser), la chimie (voir l'industrie pharmaceutique) ou, bien sûr, les sciences du vivant (qui sous-tendent la médecine) ;
- l'essentiel des mathématiques a été conçu par les Grecs (Thalès, Pythagore), et les plus récents théorèmes datent de Descartes et Pascal.

Les mathématiques sont quasi-absentes des médias, en dehors de quelques bonnes pages une fois tous les quatre ou huit ans. Parler de mathématiques dans un salon sans que la conversation ne s'arrête immédiatement est une gageure majeure. Allons plus loin, parler de mathématique avec un collègue universitaire scientifique d'une autre discipline est très difficile. Plus loin encore, parler de ses mathématiques avec un collègue mathématicien d'un autre domaine est souvent tâche ardue.

La vision des mathématiques que nous proposons dans ce rapport est bien différente. Les mathématiques constituent une science vivante qui est fortement impliquée et utilisée dans la vie courante de la société, dans la technologie et bien entendu dans les autres sciences.

La quasi-totalité des théorèmes connus aujourd'hui ont été conçus et démontrés depuis moins d'un siècle, et la plus grande partie des mathématiciens ayant jamais vécu est encore en vie. L'élaboration de la plupart des objets et des services de notre vie quotidienne, du téléphone portable à la dé-pollution des eaux usées, ou du TGV au scanner médical, des prévisions météorologiques au système de réservation des billets d'avion ou aux produits des banques et assurances, se fonde sur des mathématiques.

Ceci ne signifie pas seulement que les ingénieurs ou encore les financiers puisent selon leurs besoins dans une masse de résultats mathématiques dont l'immense majorité se développerait hors de toute préoccupation concrète.

Au contraire, ceci signifie que **de nouvelles mathématiques sont créées**, parce que les utilisateurs de concepts mathématiques sollicitent — explicitement parfois, le plus souvent de façon indirecte — l'élaboration de nouvelles théories, l'exploration de nouveaux domaines mathématiques, la démonstration de nouveaux théorèmes, la mise au point de nouveaux algorithmes, l'élaboration de nouveaux modèles.

Comme toutes les matières vivantes, les mathématiques présentent des fragilités, le besoin de se nourrir et de s’adapter à l’environnement.

2 Les mathématiques : une science vivante

2.1 Une science en évolution

2.1.1

Sans tomber dans le travers, fréquent depuis Auguste Comte, qui mesure le caractère scientifique d’une démarche à la quantité de mathématiques qu’elle utilise, il est évident que les mathématiques ont joué et continuent à jouer un rôle central dans les sciences qui l’avoisinent, la physique, la mécanique ou l’astronomie bien sûr, mais aussi la chimie, la géologie, l’informatique et, aujourd’hui, la biologie et l’économie. Même les sciences humaines appuient leurs analyses sur des calculs, par exemple la sociologie ou la gestion, et toute une branche de l’histoire se fonde sur des études de flux, qu’ils soient flux financiers ou flux de population.

2.1.2

Mais les mathématiques ne dialoguent pas seulement avec d’autres disciplines scientifiques dans le but de produire de nouvelles connaissances. Elles sont aussi présentes dans les transferts applicatifs de ces connaissances, ce que l’on pourrait de façon schématique qualifier de démarche d’ingénieur ou de démarche technologique.

2.1.3

Bien évidemment, avant d’être une science interagissant avec d’autres disciplines scientifiques, ou plus largement avec de vastes secteurs de la société, les mathématiques sont en elles-mêmes une science. Il est indéniable que ce n’est pas leur caractère applicatif qui fait la grandeur ou la beauté d’innombrables résultats mathématiques, tels ceux portant sur la répartition asymptotique des nombres premiers ou certains résultats fins d’analyse. Le mathématicien reste un demiurge, qui crée et anime “son” univers, parfois d’une complexité époustouflante.

2.1.4

Le travail du mathématicien apporte à l’évidence sa contribution à la connaissance du monde, à commencer par le monde intérieur de notre machine cérébrale. Elle

TEXTE DE PROSPECTIVE

enrichit l’humanité, comme le ferait l’art. Elle forge aussi un mode de raisonnement (peut-être ce que d’aucuns appellent la rigueur mathématique) qui peut ensuite être utilisé avec profit pour un raisonnement scientifique beaucoup plus général. Nous reviendrons plus loin sur le danger réel d’un “impérialisme” de cette démarche : les autres sciences ont leur logique propre, qui ne doit pas se plier à celle du mathématicien.

2.1.5

Il est clair néanmoins que de nombreuses sciences se sont constituées en élaborant des concepts susceptibles d’être mathématisés. Il fut un temps où le mathématicien était surtout un “savant”, qui dissertait volontiers sur “mathématiques et vie réelle”, l’exemple le plus clair étant sans doute Leonhard Euler. Les tâches sont aujourd’hui davantage partagées (un mathématicien connaît parfois “son” domaine d’application, il ne le domine que très rarement), toutefois une avancée scientifique se fonde encore le plus souvent sur un traitement mathématique, au moins partiellement.

2.1.6

Jusqu’au XVII^e siècle, les mathématiques étaient pour l’essentiel réduites à la géométrie et à l’arithmétique, qui plus est à des visions de ces disciplines étroitement liées à la perception courante du monde, il n’était question ni de géométrie non-euclidienne, ni de nombres autres que les rationnels (même si l’on manipulait des irrationnels tels $\sqrt{2}$ ou π).

2.1.7

L’essor des mathématiques contemporaines est fondé sur le développement de l’analyse (Descartes, Pascal –“l’esprit de finesse”– et surtout Leibniz), en lien avec la mécanique, qu’elle traite de corps célestes ou de trajectoires de boulets de canon, avant d’occuper une place centrale dans la révolution industrielle du XIX^e siècle. Et, malgré un certain discours dominant, dès cette époque, les mathématiques fondaient leurs problèmes sur des demandes du monde réel (par exemple Monge avec les problèmes de déblais-remblais). L’aphorisme de Bertrand Russell affirmant que les mathématiciens ne se soucient pas de savoir si ce qu’ils disent est vrai, entendre par là qu’ils se permettent les axiomes qui leur plaisent et développent une théorie sans souci de ses applications dans le “vrai” monde, demeure une position de principe minoritaire.

TEXTE DE PROSPECTIVE

2.1.8

De même, aujourd’hui, la justification a posteriori (“développons toutes nos théories, le monde réel reconnaîtra un jour les siennes”) est perçue comme un rien hypocrite.

2.1.9

Les trente dernières années des mathématiques ont été marquées par le développement conceptuel et institutionnel des mathématiques appliquées, engagé dès la fin de la seconde guerre mondiale, avec notamment l’apparition des ordinateurs. On a certes dit que, jusqu’au XVIIe siècle, les mathématiques s’appliquaient *naturellement* aux problèmes du monde réel. Après cette date, la diversification et la prolifération des théories mathématiques a conduit à distinguer des mathématiques plus spécifiquement concernées par leur développement interne, qualifiées de *pures*, et des mathématiques davantage motivées par leurs interactions avec d’autres sciences. Cette distinction, autour de laquelle la communauté mathématique s’organise, tend à s’estomper, mais suscite aujourd’hui encore des débats passionnés et sans fin.

2.1.10

Le lien entre le développement théorique, le développement des sciences d’application, et la concrétisation “technologique” associée a toujours fasciné ceux qui réfléchissent à l’histoire des sciences. Les applications motivent bien sûr des recherches et, en particulier, sous-tendent fortement les innombrables mises au point, même très méthodologiques, dont elles ont besoin. Néanmoins, il apparaît que, de façon plutôt inexplicable, la théorie se constitue souvent avec un peu d’avance dans le temps sur les applications qui en sont faites. Quand vint l’époque des “Grandes Découvertes”, on disposait d’éléments de trigonométrie nécessaires à la navigation. De même, la “Révolution Industrielle” a été accompagnée d’un essor majeur des mathématiques (analyse, “mathématiques pour l’ingénieur”) dont elle allait avoir besoin.

2.1.11

La société a changé, ou est en train de changer d’attitude vis-à-vis des sciences, en particulier des mathématiques. Après une foi un peu aveugle (le positivisme d’Auguste Comte) et une transition non terminée par une période de méfiance et de suspicion, la société s’achemine vers une attitude où elle demande des comptes aux scientifiques. Cette vigilance prend parfois des formes violentes

TEXTE DE PROSPECTIVE

(face à l'énergie nucléaire, et maintenant face au clonage ou aux organismes génétiquement modifiés). Même le mathématicien (en tant que profession plus qu'au niveau individuel) doit justifier des coûts sociaux qui le nourrissent.

2.1.12

La nécessité de justifier son travail, ne serait-ce que, prosaïquement, pour justifier salaires et crédits de fonctionnement, a rejoint la perception profonde que beaucoup de mathématiciens avaient de leur utilité dans la société. A une exigence sociale a répondu un besoin de “servir à quelque chose” des mathématiciens.

2.1.13

D'innombrables besoins se sont exprimés, beaucoup peuvent être regroupés sous une étiquette “besoins technologiques” ou “besoins d'ingénierie”. D'autres sont exprimés par des sciences *socialement justifiées*, comme la météorologie, l'économie ou la biologie.

2.1.14

La remontée de problèmes posés par les utilisateurs alimentent abondamment les recherches internes aux mathématiques. Nous donnerons ci-dessous des exemples de domaines d'application riches en nouveaux problèmes, qui posent aux mathématiciens nombre de questions (en EDP, équations différentielles stochastiques, calcul des variations, traitement du signal, contrôle, statistiques, etc.) dont ils n'auraient pas eu l'idée à partir de considérations purement mathématiques.

2.2 Simulation et calcul

2.2.1

Ce n'est pas le lieu ici d'analyser la surprise de Wigner [3] quant à la “déraisonnable efficacité des mathématiques dans les sciences de la nature”. Aujourd'hui la majorité des mathématiciens conviennent que leur science est omniprésente dans les applications, mais, au-delà, ils reconnaissent que d'innombrables avancées de leur domaine de recherche ont trouvé leur source dans la réalité concrète, soit parce qu'une modélisation demandait de nouveaux outils, soit parce que la progression des concepts du domaine d'interaction ne pouvait se fonder que sur une mathématisation nouvelle.

2.2.2

Depuis la fin du XXe siècle est apparue, grâce au développement des ordinateurs, une réelle possibilité de simulation. Celle-ci peut aider à la compréhension d'un phénomène ou à la prévision de son évolution. Elle peut aussi permettre de déterminer comment agir sur un système pour atteindre un objectif donné, en s'appuyant sur la résolution de nouveaux problèmes de mathématiques fondamentales de très haut niveau. Les possibilités de calcul se sont accrues, reléguant loin le mythe de la règle et du compas, puis ont véritablement explosé. L'accroissement de la puissance de calcul est "plus qu'exponentielle" (si l'on trace le logarithme de la vitesse de calcul en "flops" (nombres d'opérations par seconde) en fonction de la date, on obtient une courbe convexe). D'autre part, dans de nombreux problèmes, on observe un accroissement similaire du nombre de données (par exemple en environnement ou en génétique). Bien entendu, cela change la nature du travail du mathématicien, la nature des questions qu'il se pose et des problèmes qu'il peut contribuer à résoudre, ainsi que ses possibilités d'interaction avec le reste de la société.

2.2.3

C'est une banalité, mais aussi une réalité forte attestée par de très sérieux rapports dans tous les pays développés, que de dire que **la simulation numérique va se développer de manière considérable et qu'elle est maintenant aussi importante que l'expérience**. Les exemples qui seront donnés ci-après viendront corroborer cette affirmation. Mais il faut savoir que, jusqu'à très récemment, la France a eu un retard énorme sur les véritables possibilités de calcul. De nombreux experts (à l'ORAP en 2004, à l'Académie des Sciences et au Ministère en 2005) avaient estimé que, en dehors du CEA, le retard était d'un facteur dix par rapport à certains de nos voisins européens. La situation a radicalement changé l'année dernière, avec la mise en place du Comité Stratégique du Calcul Intensif (placé auprès de la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche). Il est crucial que ce comité garde une mission permanente.

Les mathématiciens travaillent, en France, essentiellement sur des méthodes et des "problèmes modèles" mais ne font que peu ou pas de réelle simulation. Les "gros" calculs sont faits, en général, par des non-mathématiciens et sans le support de l'étude mathématique qui, seule, peut apporter du "systématique" donc du prédictif. Une raison à ces faits est peut-être le manque de reconnaissance, encore réel, par la communauté des mathématiciens, pour le travail de simulation "lourde" qui est pourtant essentiel pour notre avenir.

Pour autant, la complexité des phénomènes que l'on voudrait simuler sur ordina-

teur est telle que les mathématiques ont un rôle essentiel à jouer, non seulement pour analyser les modèles et les algorithmes existants, mais aussi pour élaborer des modèles réduits mais précis qui rendent possibles des calculs en temps raisonnable ; les mathématiques doivent aussi répondre aux besoins de calibration et d’assimilation de données pour les phénomènes complexes, et donc à des questions de nature nouvelle en statistiques et en optimisation.

2.3 Mathématiques appliquées et Physique-Chimie

2.3.1

La physique et la mécanique sont bien sûr les premières sciences auxquelles on songe quand on pense aux interactions des mathématiques. Depuis la pomme de Newton ($F = m\gamma$, où intervient une dérivée seconde), ou les équations de Maxwell qui permettent de comprendre qu’on peut transporter de l’énergie sans transporter de masse, jusqu’à la machine à vapeur ou les ponts de Gustave Eiffel, toute la physique et la mécanique classiques sont fondées sur le calcul différentiel et les résolutions d’équations et les cursus de physique et de mécanique à l’Université, tout comme ceux des élèves d’écoles d’ingénieurs, imposaient le bon niveau mathématique qu’exigeait la profession (l’argument des mathématiques servant surtout d’outil de sélection est irrecevable). Cependant, l’histoire de la science et de son impact sur la société, de la géométrie abstraite des grecs à Galilée et Maupertuis – et les descriptions du mouvement, de la vitesse, du déséquilibre et du retour vers l’équilibre qui seront les aspects dominants qui lièrent pendant 4 siècles sciences et technologie – est probablement rentrée dans une nouvelle ère avec la découverte, dans la seconde moitié du XXe siècle, de l’ADN, du codage génétique, qui explique l’essence de la vie, suivie de la confrontation des scientifiques à l’extraordinaire complexité des processus inventés par l’évolution, et leur possible capacité d’agir sur la vie.

2.3.2

Certes, les problèmes posés par la physique sont de nature concrète (c’est là qu’est la notion d’interaction) et leur solution ne s’est jamais limitée à la résolution d’un problème de mathématiques : le physicien, voire l’ingénieur, ont toujours apporté beaucoup de créativité, une capacité de concrétisation, une inventivité face au réel dont le mathématicien ne peut que rarement se targuer.

2.3.3

L’histoire de la physique et de la mécanique au XXe siècle n’a fait qu’amplifier le lien avec les mathématiques, en commençant par Albert Einstein et la relativité. N’entend-on pas dire qu’Einstein était freiné dans sa recherche par ses compétences mathématiques, excellentes bien sûr, mais insuffisantes pour suivre ou précéder sa pensée de physicien ? Aujourd’hui, parmi les tout meilleurs mathématiciens français, beaucoup interagissent profondément avec la physique, tels plusieurs lauréats récents de la médaille Fields.

2.3.4

Les lois fondamentales de la physique sont le fondement des systèmes d’EDP étudiés en mathématiques appliquées, tels les équations de Schrödinger, des ondes, de Maxwell, de la chaleur, les équations cinétiques, celles de la mécanique des fluides (Euler, Navier-Stokes,...), de la mécanique du solide (élasticité,...) etc. Elles sont au cœur de l’étude mathématique, tant théorique que numérique (les “bons” schémas numériques préservent les lois physiques) et elles interviennent de manière fondamentale dans la plupart des domaines de recherche mentionnés ci-dessous. **Les problèmes de passage d’une échelle à une autre (du microscopique au mésoscopique puis au macroscopique), de couplages d’échelles, la détermination de modèles simplifiés mais significatifs (donc plus raisonnablement étudiables et simulables) sont parmi les plus intéressantes questions actuelles de la recherche.**

2.3.5

D’autres sciences sont, à juste titre, réputées fondées sur une mathématisation consistante. L’astronomie, des lois de Kepler à la découverte (par le pur calcul !) de Neptune par Urbain Le Verrier, est centrée sur la mathématique. De nos jours, les systèmes dynamiques servent à discuter de la stabilité du système solaire, tandis que l’évolution des galaxies (naissances, “chocs”, fusions, ...) se traitent comme problèmes inverses. L’astrophysique utilise des équations de type Boltzmann (et les travaux dans cette direction) pour décrire l’évolution de “poussières” stellaires.

2.3.6

La chimie a longtemps été un consommateur modeste de mathématiques. Certes les dynamiques moléculaires étaient modélisées à l’échelle macro-moléculaire (problèmes stœchiométriques) par des équations quelque peu sophistiquées, du

TEXTE DE PROSPECTIVE

type de celles de Michaelis et Menten, tandis que la cristallographie a tout à la fois fondé et abondamment utilisé la théorie des groupes finis. Mais ce n’est qu’assez tardivement, pour une science datant des débuts de l’humanité, que l’on y a vu un emploi massif de mathématiques sophistiquées : citons la modélisation des combustions et des flammes, par des équations aux dérivées partielles spécifiques. Citons l’extraordinaire problème de déconvolution permettant de reconstituer la structure tridimensionnelle d’une molécule à partir de diffraction de rayons X : l’école française a permis un changement d’échelle dans la taille des structures résolues, passant de petites molécules cristallines à d’énormes molécules, des protéines par exemple.

2.3.7

Les immenses progrès en chimie quantique et en simulation moléculaire impliquent bien sûr la résolution de l’équation de Schrödinger (sous ses innombrables variantes), mais aussi d’équations intégral-différentielles comme celle de Hartree-Fock. Au centre de tous ces calculs figurent aussi toutes les méthodes d’optimisation ou du contrôle, par exemple quand il s’agit de chercher la conformation spatiale d’une molécule (telle une protéine) qui minimise l’énergie, ou d’ajuster un rayon laser pour casser une molécule sur la bonne liaison. A l’heure actuelle, la plupart des calculs effectifs réalisés l’ont été par des non mathématiciens professionnels et, seulement depuis peu, ces questions ont fait l’objet d’études systématiques par quelques groupes de mathématiciens en France. Les problèmes mathématiques soulevés sont extrêmement nombreux et variés, tant sur les aspects théoriques que numériques. Ici encore, on rencontre des problèmes de couplage de plusieurs modèles, de plusieurs échelles, des questions de passage de systèmes conservatifs à dissipatifs, d’ergodicité de systèmes dynamiques, de limite de systèmes de particules en interaction, des problèmes d’information manquante, de contrôle des équations d’évolution, de compréhension mathématique de la physique hors d’équilibre, de la physique à température finie, etc. Essentiellement, **tout reste à faire dans ce domaine appelé à un vaste développement et dans lequel la France possède encore un peu d’avance théorique, mais qu’elle pourrait perdre rapidement.**

2.4 Mathématiques appliquées et Sciences de la Vie

2.4.1

Comme la chimie, la biologie a longtemps utilisé relativement peu de mathématiques et, par là même, suscité peu de recherches dans notre discipline. Il faut

TEXTE DE PROSPECTIVE

néanmoins citer, au minimum, les modèles “proie-prédateur”, qui relèvent à la fois de la théorie des jeux continus et des systèmes dynamiques et d’EDP (c’est sans doute dans ce domaine que sont apparus les modèles d’équilibre cyclique). Il faut aussi indiquer la morphogénèse, impliquant encore une fois systèmes dynamiques et optimisation. Mais, depuis quelques années, partout dans le monde, une recherche extrêmement dynamique se développe sur des sujets mathématiques issus des sciences du vivant. Cette évolution radicale marque notamment le paysage français avec le fort investissement de mathématiciens de très haut niveau. Toutefois, là où en physique ou en chimie on dispose habituellement de modèles mathématiques relativement bien établis, la description de phénomènes biologiques est assez peu mise en équations (avec des exceptions notables en biomécanique, génomique...). Dans ce domaine, plus encore que dans d’autres, **le mathématicien doit donc rechercher le dialogue hors de sa discipline** pour aider à formaliser mathématiquement un certain nombre de questions puis tenter, par l’analyse ou la simulation numérique, d’apporter des réponses qualitatives ou quantitatives et un regard nouveau. **L’instauration de ce dialogue est un processus difficile et délicat qui induit naturellement des évolutions quant aux formations tant en mathématique qu’en biologie.**

2.4.2

En premier lieu, on doit citer l’arrivée des séquences biologiques, tout spécialement le développement massif du “séquençage” de l’ADN. Plus de cinquante millions de nouvelles “lettres” sont introduites *chaque jour* dans les banques de données publiques. Si la gestion de tant de données pose des problèmes informatiques sérieux, leur analyse interpelle le statisticien. Une des gageures est la recherche de signal pertinent (les gènes bien sûr, mais aussi leurs promoteurs et d’innombrables signaux biologiques) au sein de ces séquences. Les chaînes de Markov ont trouvé là un vaste domaine d’application, qui a suscité l’élaboration et l’étude de nouveaux modèles, comme celui des chaînes de Markov cachées, première étape aujourd’hui de toute annotation génomique. Les méthodes modernes d’ajustement de modèles (les algorithmes EM, les méthodes de choix de modèle, etc.) se sont développées au contact de ces applications, et l’évolution actuelle vers l’inférence de réseaux (réseaux génétiques, réseaux métaboliques, ...) va à l’évidence induire de nouveaux développements en théorie des graphes.

2.4.3

L’un des tout premiers besoins qu’exprime la société d’aujourd’hui est un besoin de santé. L’épidémiologie (et ses aspects spatio-temporels) ou le traitement de

données d’essais cliniques induisent depuis longtemps des avancées méthodologiques en statistiques. L’exemple du modèle de Cox, qui modélise l’explication d’une durée de survie par des covariables, est édifiant : il a été bâti empiriquement et a longtemps donné des résultats, avant que l’on justifie théoriquement son emploi. Cette justification s’est fondée sur des théorèmes probabilistes profonds (auxquels l’école française a largement contribué) avant que l’école scandinave ne les exploite d’un point de vue statistique, montrant les qualités de la méthode, mais aussi ses “défauts” (i.e. les conditions nécessaires à sa bonne application, conditions dont on sortait régulièrement). Une analyse similaire peut être faite de l’estimation d’une courbe de survie (Kaplan-Meier) ou des tests de comparaison de deux traitements : sans théorie rigoureuse des processus ponctuels, on ne peut pas savoir quand il est licite ou non d’utiliser ces méthodes.

2.4.4

Les neurosciences constituent une science en plein développement et, outre les aspects d’imagerie médicale évoqués ci-dessous, l’une des technologies qui a le plus apporté à la médecine. Elle fait appel aux équations aux dérivées partielles, stochastiques parfois, pour modéliser la propagation des signaux dans le cerveau et les nerfs.

2.4.5

La biomécanique (osseuse, par exemple) et les biofluides (écoulement sanguin ou gazeux avec de fortes interactions fluide-structure, puisque les vaisseaux se déforment, de façon d’ailleurs très contrainte) demandent l’élaboration de modèles adaptatifs (les paramètres devant s’ajuster en fonction de la morphologie et de la condition du patient) et à convergence rapide, du fait de l’urgence médicale.

2.4.6

L’écologie et la dynamique des populations sont des sujets qui explosent aujourd’hui, de leurs aspects stochastiques (les processus de branchement sont nés de cette application et continuent à s’y développer), jusqu’aux équations moyennes, EDP modélisant les équilibres écologiques. Par exemple, l’hydrodynamique correspondante, qui est nécessaire dans la description des phénomènes, est loin d’être comprise.

2.4.7

La tomographie d'impédance a joué un rôle moteur dans la résolution de problèmes inverses. Utilisée en imagerie des cancers (sein, foie, prostate) et en traitement des brûlures, c'est une méthode non invasive, associée parfois à la résonance magnétique ou à l'imagerie ultra-sonore, qui, elle aussi, conduit à des équations non linéaires non encore bien comprises ni bien résolues par les mathématiciens.

2.4.8

Un autre champ d'application lié au “vivant” est celui de l'agronomie. Toute une discipline relevant des mathématiques, la “biométrie”, s'est développée pour répondre à ces besoins, constitués en grande partie de statistiques spécifiques (les plans d'expérience ont foisonné dans le domaine agricole). Et toute une panoplie de modèles linéaires (mixtes, généralisés, etc.) et de modèles non linéaires se sont développés pour traiter les données conséquentes.

2.4.9

L'introduction des mathématiques en biologie est un phénomène très récent, au moins en France. Si certains secteurs évoqués ont commencé à se développer il y a quelques dizaines d'années, le développement date, pour la plupart, de quelques années seulement et se trouve concentré dans un petit nombre de lieux. Il est clair que notre retard est énorme sur ce domaine majeur. Il y a actuellement une sorte d'explosion de ce domaine (toutes les institutions veulent recruter des mathématiciens orientés vers la biologie qui sont rares et peu formés) mais **il est important d'envisager un développement cohérent avec les aspects de formation, d'outils et de culture mathématique adaptés.**

2.5 Mathématiques appliquées et STIC

2.5.1

Une autre demande de la société qui a toujours existé mais s'est accrue énormément concerne la communication, la transmission d'informations et de données. Aussi a-t-on vu se développer de façon considérable les mathématiques du traitement de l'image et de l'information. Elles sont plus que jamais au cœur de multiples enjeux technologiques (imagerie médicale et satellitaire, géosismique, télécommunications et télévision numérique, internet et multimédia).

De longue date, les mathématiques, ainsi que l'informatique, ont contribué au développement des techniques intervenant dans cette discipline, avec des ap-

TEXTE DE PROSPECTIVE

ports mutuels. Les outils de bases (analyse de Fourier, filtrage linéaire, séries temporelles) ont fait place à des outils plus sophistiqués nécessitant une maîtrise des concepts mathématiques.

Quelques exemples récents sont significatifs du rôle croissant des mathématiques :

- les nouvelles méthodes de représentation des images visant à surpasser les capacités des ondelettes pour la compression (outils combinant la théorie de l’approximation et la géométrie, curvelets, bandlets, maillages anisotropes, etc).
- l’utilisation des EDP et des méthodes variationnelles pour résoudre des problèmes de restauration, reconstruction, débruitage, déconvolution.
- la prise en compte des propriétés de “parcimonie” par des techniques telles que le “compressed sensing” qui vise à reconstruire un signal à partir du minimum de mesures possible.
- l’utilisation de techniques statistiques telles que l’analyse en composantes indépendantes en vue de la séparation de source.

2.5.2

De même, le développement de la **société de l’information** et d’internet dans la vie de tous les jours motivent le développement de protocoles qui permettent de protéger l’information. En effet, celle-ci peut être altérée par des perturbations naturelles comme lors de son passage sur un canal ou sur un support physique (comme un CD ou un DVD) : la théorie des codes correcteurs d’erreurs vise précisément à contrôler ces défauts. Mais l’information doit aussi être protégée de potentielles attaques malveillantes qui souhaiteraient écouter ou modifier des communications : c’est un des objets de la cryptologie. Celle-ci permet aussi de donner des équivalents numériques d’opérations de la vie quotidienne comme la signature électronique qu’on peut par exemple utiliser pour payer ses impôts. **Dans chacun de ces cadres, il y a nombre de problèmes mathématiques difficiles, en lien avec des applications très concrètes et des débouchés multiples.**

2.5.3

Un domaine de plus en plus important demandant des ressources et de l’innovation mathématiques est, en termes imagés, ce qui est en grand nombre et discret : les variables inconnues ne sont plus dans le royaume du continu (pas toutes en tout cas), et il y en a beaucoup. La recherche opérationnelle est l’approche scientifique de problèmes de gestion, de décision qui se rencontrent dans les grandes organisations publiques ou privées. La taille et la complexité des problèmes rendent nécessaire l’introduction de méthodes quantitatives permettant d’aider les responsables dans leur prise de décision. Ici, contrairement aux applications en phy-

TEXTE DE PROSPECTIVE

sique ou en mécanique, les deux phases de modélisation et de résolution d’un problème doivent le plus souvent être considérées simultanément : la modélisation retenue devant être inspirée par les méthodes de résolutions envisageables. On rencontre de nombreux exemples d’applications dans l’optimisation et la rationalisation de la production et de l’organisation. Mentionnons par exemple l’optimisation des réseaux de télécommunications ou de transports, de la chaîne logistique, de politiques énergétiques, etc... ; la gestion des horaires du personnel (élaboration d’emplois du temps), la planification pour l’industrie agro-alimentaire et l’agriculture, l’évaluation des politiques publiques, etc.

2.6 Mathématiques appliquées pour l’industrie

2.6.1

La modélisation mathématique de la météorologie et du climat (essentielle pour l’étude du “changement climatique”) et la simulation de leur évolution sont sans doute parmi les domaines où s’utilisent les plus gros systèmes discrétisés d’équations aux dérivées partielles, fondés sur la physique des fluides et les lois de la thermodynamique. Les calculs sont bien sûr réalisés grâce à une informatisation et un parallélisme massif, mais contrôlés par des théorèmes mathématiques assurant la stabilité des solutions. Les questions posées par ces systèmes sont multiples et souvent originales, donnant lieu à de nouveaux problèmes mathématiques : détermination de données manquantes ou assimilation de données (où la théorie du contrôle cherche à apporter des solutions comme dans l’assimilation de données variationnelles utilisée maintenant dans les grands centres de prévision), algorithmes permettant de traiter des systèmes énormes suffisamment vite pour que la prévision garde un sens (l’amélioration des méthodes et des algorithmes apporte parfois un gain comparable à celui de l’augmentation de la puissance des ordinateurs auxquels ils s’additionnent [2]) stabilité des schémas, fiabilité des calculs pour les prévisions à n jours, détermination des “bonnes” ou “moins bonnes” observations, etc.

2.6.2

Aux échelles intermédiaires, la compréhension des phénomènes environnementaux nécessite l’intégration de processus très divers : phénomènes physico-chimiques, écologiques, voire économiques et sociaux. Les mathématiques sont alors essentielles pour modéliser les interactions entre ces différentes composantes. La mise au point de modèles en tant qu’outils cognitifs (compréhension des mécanismes d’interaction), normatifs (modèles de gestion) ou d’aide à la décision (prévi-

TEXTE DE PROSPECTIVE

sion), fait appel aux mathématiques, avec, en particulier, le développement récent de systèmes complexes alliant intelligence artificielle et mathématiques dans des modèles dits “intégratifs” ou “coopératifs”.

2.6.3

Le domaine de l’énergie est traditionnellement un gros consommateur de mathématiques. Les problématiques typiques, qui demandent des simulations intenses, sont les études de sûreté, le dimensionnement des installations, les écoulements complexes (multiphasiques, combustions, plasmas), la prospection sismique (problèmes inverses). La raréfaction de l’énergie et le souci de la préservation de l’environnement vont conduire à des changements radicaux, davantage de sûreté requise va demander davantage de simulations précises. Dans la perspective du projet ITER, la stabilisation des plasmas (le confinement magnétique) va demander, ici aussi, des simulations fiables, donc correctement maîtrisées par les mathématiciens et, sans doute des développements théoriques, un exemple étant l’étude mathématique de l’approximation gyrocinétique de l’équation de Vlasov.

2.6.4

Dans les sciences des matériaux et la mise au point de matériaux nouveaux, l’apport des méthodes fines du calcul des variations ou les méthodes d’homogénéisation sont essentiels (par exemple pour la mise au point de matériaux composites, qui constituent, entre autres, l’essentiel des avions d’aujourd’hui). Ce domaine est relativement peu présent en France alors que nous possédons un savoir-faire voire une avance certaine sur le plan théorique.

2.6.5

En économie, les mathématiques jouent un rôle croissant. Au delà de la théorie classique de l’équilibre économique ou de la théorie des jeux pour interpréter les interactions entre agents économiques, de nouveaux enjeux comme le souci de développement durable lié au réchauffement climatique, posent aux économistes, et par là-même aux mathématiciens, des questions conceptuelles nouvelles : comment évaluer aujourd’hui une politique dont les effets négatifs n’apparaîtront que dans cinquante ans, ou comment définir ce qui remplace le taux d’actualisation ? D’autre part, les études sur la théorie des contrats apporte un programme de travail ouvert, même si le cadre de travail (lien avec le transport optimal, calcul des variations avec contraintes de convexité globale) semble être bien posé.

TEXTE DE PROSPECTIVE

L'apport des mathématiques, lors de ces vingt dernières années, a aussi été spectaculaire dans le domaine de la finance. Les “produits dérivés”, les calculs d'options américaines ou européennes, le “pricing”, le “hedging”, voici des mots que les mathématiciens ont récemment appris à connaître et qui ne relevaient pas de leur vocabulaire habituel. La plupart des banques et compagnies d'assurance cherchent désormais à avoir des groupes de mathématiciens. Outre l'intérêt des services apportés, le domaine pose de nombreuses questions très intéressantes sur les modèles (volatilité par exemple), sur la résolution des modèles, sur les problèmes inverses associés, enfin sur les méthodes numériques nécessaires. La France est très bien placée dans ce domaine, avec un groupe de recherche mondialement reconnu et une formation adaptée très appréciée dans le monde entier. La recherche et les formations dans ces directions explosent actuellement, et nous devons profiter de notre position pour rester à la pointe dans ce secteur d'activité ; ceci est d'autant plus important que les mathématiques peuvent être aussi bien un moyen de développement de la finance qu'un moyen de contrôle et régulation d'un secteur parfois sujet à des dérapages.

2.6.6

Enfin, les mathématiques ont aussi un rôle à jouer directement avec l'industrie. Depuis longtemps les mathématiques ont été utilisées pour améliorer les méthodes de conception ou les procédés de fabrication industriels. Depuis quelques dizaines d'années, leur emploi a connu une très forte croissance grâce à la simulation numérique sur ordinateur, qui a permis de **diminuer considérablement le nombre d'essais expérimentaux auparavant nécessaires, d'abord dans les très grandes entreprises du secteur de l'énergie ou de la construction mécanique, puis dans des secteurs plus variés** (chimie, électronique, finance, etc.).

Différentes disciplines des mathématiques entrent en jeu dans ce processus : analyses statistiques, algèbre linéaire numérique, géométrie algorithmique, analyse mathématique de modèles sous formes d'équations intégrales, différentielles ou aux dérivées partielles, contrôle, analyse de phénomènes aléatoires (analyse des risques), optimisation, etc. Ces exemples typiques de l'intervention des mathématiques dans les sciences de l'ingénieur peuvent être complétés par d'autres dont l'essor dans les applications industrielles est plus récent : les probabilités, la théorie des nombres (en cryptographie), la théorie des graphes (réseaux, recherche opérationnelle), la théorie du signal (analyse d'images), etc.

De manière générale, toutes les activités industrielles innovantes ont besoin des mathématiques. Réciproquement, la plupart des branches des mathématiques sont utilisables pour ces innovations (et c'est un exercice dangereux que de prédire

quelle branche sera *in fine* utilisée). En particulier, une formation mathématique solide, mise à jour, fait indéniablement partie du bagage scientifique de l’Ingénieur et de tous ceux qui vont travailler dans l’industrie.

3 Les jeunes mathématiciens et la visibilité des mathématiques

La première chose à faire, pour entretenir la vie de la recherche et des laboratoires et pour pouvoir envisager le développement nécessaire des grands thèmes évoqués ci-dessus, est d’assurer le renouvellement des chercheurs par le recrutement de nombreux jeunes chercheurs brillants et bien formés.

3.1 Recrutement d’étudiants

3.1.1

Jusqu’à présent, les mathématiques ont joui, en France, d’une situation privilégiée en ce qui concerne le recrutement de jeunes mathématiciens d’élite. L’école Mathématique Française a une grande renommée mondiale qui est justifiée. On peut en juger par le nombre de médailles Fields obtenues par les mathématiciens français, par les invitations dans les colloques internationaux de renom, par les publications, par l’attractivité de la France pour les meilleurs mathématiciens internationaux, etc. Ce renom a indiscutablement contribué à attirer les jeunes étudiants parmi les meilleurs de chaque génération vers les mathématiques, aidés en cela par la sélection par les mathématiques qui a (ou avait) cours dans l’enseignement secondaire par exemple. Le système des Grandes Écoles et des Écoles Normales Supérieures en particulier a permis de sélectionner une élite parmi l’élite et de fournir aux meilleurs jeunes passant par ces filières, pendant leurs études, les moyens de développer autant que possible leur apprentissage des mathématiques.

3.1.2

La constatation de ces dernières années montre que la situation est sans doute en train de changer pour les étudiants de mathématiques et pour l’élite.

3.1.3

Il y a moins d’étudiants attirés par les Sciences, et ceci n’est pas spécifique à la France [4, 5, 6], ni bien sûr aux mathématiques. Les raisons de cette désaffection

TEXTE DE PROSPECTIVE

dépassent l’objet du présent rapport mais elles englobent certainement la vie environnante peu portée vers les aspects scientifiques, les changements dans l’échelle des valeurs, les perspectives offertes aux scientifiques dans la société en terme de position sociale ou de salaires, etc.

3.1.4

Il est possible ainsi qu’une des raisons soit liée à la nécessaire rigueur de l’exercice mathématique, qui peut conduire à considérer les mathématiques comme une science un peu rigide, sûrement peu en rapport avec les évolutions de la société. D’autres difficultés sont inhérentes à la manière dont la formation mathématique est pensée. Pour donner une image, elle procède la plupart du temps par couches horizontales successives, faisant du contenu intégral de la couche n un prérequis indispensable pour aborder la couche $n + 1$. Ainsi, avant de pouvoir jouer les morceaux les plus intéressants il faut en passer par une phase de répétition des gammes assez longue et fastidieuse. Il en résulte que beaucoup d’élèves et d’étudiants n’ont qu’une image figée des mathématiques, bien loin de la science vivante qu’elle est en réalité. Cependant de nombreuses pistes peuvent être explorées pour rendre l’enseignement des mathématiques plus attractif. La première peut consister à miser sur l’interdisciplinarité et à montrer, à tous les niveaux de formation, comment les mathématiques interviennent dans d’autres domaines et comment, à défaut d’être mathématiciens eux-mêmes, les jeunes que nous formons utiliseront des mathématiques. La seconde doit viser à mieux faire connaître les “métiers des mathématiques”, au-delà des seules carrières d’enseignants. Enfin, il faut souligner les nombreuses tentatives, dans le supérieur mais aussi dans le secondaire, pour faire de l’ordinateur un outil permettant d’appréhender, via une démarche plus expérimentale, des concepts mathématiques abstraits et de justifier une réflexion de nature plus théorique. L’introduction, il y a quelques années déjà d’une épreuve de modélisation au concours de l’agrégation va dans ce sens en demandant aux futurs enseignants d’illustrer comment les techniques mathématiques peuvent éclairer un propos scientifique ou technique et d’exploiter l’outil informatique pour valider leur propos.

3.2 Universités et Grandes Écoles

3.2.1

En ce qui concerne l’élite parmi les étudiants, elle est formée dans sa très grande majorité dans les Grandes Écoles. Le système est complètement spécifique à la France, même si, dans la plupart des pays comparables, il existe des centres de

TEXTE DE PROSPECTIVE

formation plus recherchés et plus huppés que d’autres. Oxford, Cambridge, Princeton, Harvard ou le MIT n’ont rien à voir avec une Grande École française, même si, à l’origine, le MIT cherchait à copier l’École Polytechnique. Du fait même de la nature des concours et de l’enseignement dans la plupart des classes préparatoires, les meilleurs mathématiciens s’orientent vers ces formations et bien peu d’entre eux se retrouvent dans les premier et second cycles de mathématique des universités. Jusqu’à présent, les Grandes Écoles scientifiques n’ont aucun problème pour remplir leurs promotions avec des étudiants de grande valeur. Toutefois, la concurrence existe dorénavant avec d’autres disciplines comme l’économie, la gestion, etc. Jusqu’à il y a une dizaine d’années, un bon nombre d’étudiants de Grandes Écoles se retrouvaient dans les universités et laboratoires de mathématiques en troisième cycle et pour la préparation de thèses. Ils fournissaient une bonne partie des chercheurs de la recherche scientifique qu’elle soit académique ou non (grands organismes, recherche dans les entreprises, etc). Là encore, la situation est en train de changer. Certains élèves d’écoles d’ingénieurs suivent un Master 2 (ex DEA) mais bien peu continuent dans la préparation d’une thèse et donc dans la recherche scientifique.

3.2.2

D’autres perspectives bien plus alléchantes que la recherche scientifique sont ouvertes aux ingénieurs, en même temps que **le fait même d’avoir une thèse n’est pas du tout considéré comme valorisant** pour leur métier en général, voire dévalorisant dans certains cas. **Ceci est très grave et pour deux raisons.** D’une part, c’est grave pour la recherche qui voit se tarir l’une des meilleures sources de chercheurs. D’autre part, c’est très grave pour l’économie ou l’industrie en général. En effet, la formation par la recherche est essentielle pour l’innovation et le non-repli sur soi. A l’heure de la mondialisation, de la restructuration des entreprises au niveau mondial ou au moins européen, les ingénieurs français, s’ils restent toujours de grand potentiel car sévèrement sélectionnés, vont connaître un handicap par rapport à leurs collègues étrangers. Il est d’ailleurs remarquable que si peu de brevets soient pris en France, par rapport à des pays comparables. **Sur le plan international, le diplôme décerné par une Grande École n’est rien de plus qu’un Master alors que le diplôme véritablement reconnu est le PhD, dont la plupart des ingénieurs étrangers s’honorent.**

3.3 Les post-doctorats

Alors que longtemps le recrutement de “post-docs” a été impossible dans notre système, de nombreuses possibilités de bourses post-doctorales sont apparues dans les dernières années, avec les contrats européens, les bourses du CNRS, les bourses demandées dans le cadre de projets de l’ANR, etc. En dehors de ce dernier cas qui semble bénéficier d’une assez grande souplesse, tous les systèmes sont rigides, lents et compliqués, et ne permettent pas de recruter les meilleurs, même en épuisant toutes les possibilités de bourses. Par exemple, le système des bourses du CNRS ne donne des réponses que très tard dans l’année, trop tard pour attirer les meilleurs candidats qui auront accepté des propositions ailleurs. Aucun laboratoire ne peut faire des propositions directes à des docteurs brillants qu’ils ont pu identifier grâce à des rencontres ou des avis. Il est clair que les universités américaines ne procèdent pas ainsi et qu’elles attirent les meilleurs jeunes docteurs du monde entier. La France devrait s’inspirer de leur exemple pour enrichir ses laboratoires de post-doctorants de talent.

3.4 L’attrait des carrières

Indépendamment des motifs en amont évoqués ci-dessus, les carrières de la recherche scientifique ne sont pas attrayantes. **Les salaires, en particulier les salaires des jeunes chercheurs, sont ridiculement bas.** Les centres universitaires étant situés dans de grandes métropoles, il est trop souvent difficile, sur le seul salaire, de trouver un logement en rapport avec les aspirations du niveau d’études atteint. La comparaison avec les revenus du secteur privé ou des ingénieurs des grands corps de l’Etat mène au constat d’une disparité par trop criante. Les incertitudes sur les carrières de chercheurs ajoutent au climat de désaffection que l’on ressent chez les jeunes. De même, peut-être plus particulièrement en mathématiques appliquées, beaucoup de brillants chercheurs (par exemple appartenant à un grand corps de l’état) n’envisagent pas d’être candidats sur des postes de professeur. Ce noble métier ne semble plus être attractif lui non plus. Enfin, pour les plus brillants qui aiment la recherche et veulent en faire leur métier, on ne peut passer sous silence l’attrait des pays étrangers. Les USA et le Canada sont bien sûr prêts à accueillir la plupart de nos meilleurs chercheurs, mais aussi plus près de nous le Royaume-Uni offrent des carrières et des perspectives bien plus intéressantes que la France et ceci constitue une concurrence réelle pour la recherche française. Il est essentiel de rendre les carrières des chercheurs attrayantes, comme c’est le cas dans beaucoup de pays comparables au nôtre. Cela passe, bien sûr, par de meilleurs salaires, mais aussi par de meilleures conditions de travail et la possibilité de consacrer l’essentiel de son temps et de son énergie à son travail de

TEXTE DE PROSPECTIVE

recherche et de formation. Ce travail de recherche s’accompagne en effet de certaines spécificités qui lui donnent toute sa richesse. A l’excitation du jeu intellectuel inhérent à la pratique mathématique, proche pour certains de la démarche artistique, s’ajoute une autonomie incomparable (choix des sujets, gestion du calendrier...). La carrière de chercheur permet aussi d’échanger dans de nombreux pays et de combiner de fructueuses collaborations scientifiques avec un profond enrichissement culturel.

3.5 La visibilité des mathématiques

Il est important de pouvoir expliquer à un niveau raisonnable notre travail à la société qui nous entoure, de lui faire comprendre la problématique et les raisons de ce travail, surtout si nous souhaitons que cette société reconnaisse nos mérites et finance ce travail. C’est aussi important pour intéresser les élèves et les étudiants et être attractifs. Bien sûr cela prend du temps et de l’énergie et dérange le chercheur (dont par ailleurs l’évolution de carrière est totalement indépendante de son talent à évoquer ses travaux devant d’autres que ses pairs). Des efforts ont été faits lors de manifestations comme les Fêtes de la Science ou dans le cadre du Palais de la Découverte ou de la Cité des Sciences et ils sont significatifs. Mais cela est loin d’être suffisant. A cet égard, certaines communautés de mathématiciens ont réussi des choses extraordinaires ; par exemple, en Grande-Bretagne, il est possible d’obtenir une décharge totale d’enseignement “pour parler des mathématiques à la société” (et faire d’excellentes émissions à la BBC). Une telle initiative en France permettrait d’élargir l’ensemble des personnes motivées par ces activités, en les rendant statutaires, rémunérées et visibles. Pour ce qui est du contenu, **il n’y a pas de recette miracle pour transformer une science par nature très abstraite et difficile en domaine abordable par tout un chacun. Mais il faut que chaque mathématicien fasse des efforts dans ce sens** et que certains, peut-être plus enclins ou meilleurs que d’autres, y consacrent beaucoup de temps en étant reconnus pour cela par le système. Cette dernière chose n’est pas la plus simple à réaliser. D’autres disciplines, souvent très ardues, ont très bien su s’organiser pour faire comprendre leur travail et son importance.

4 Une recherche structurée

4.1 De la nécessité d’unités de recherches

4.1.1

Le mathématicien a toujours eu la réputation de travailler seul. De façon provocatrice, disons que **ceci n’est pas et n’a jamais été vrai**. Bien clairement, de tout temps les mathématiciens ont communiqué entre eux et les “redécouvertes” (des axiomes d’Euclide, par exemple) par quelque enfant prodige restent très anecdotiques voire affabulatoires. Il y a toujours eu des écoles, souvent nationales ou régionales, alimentant un vivier de mathématiciens qui, par leurs échanges quotidiens, diffusaient les idées nouvelles heurtant la culture mathématique du moment, permettant ainsi l’émergence de nouvelles idées, de nouveaux points d’attaques, de nouvelles théories. Et même si le Mathématicien Solitaire existe toujours, il convient de le nuancer : Andrew Wiles est réputé avoir démontré “seul” la conjecture de Fermat. Il s’est néanmoins appuyé sur les représentations galoisiennes, les formes modulaires et, bien sûr la conjecture de Shimura-Taniyama-Weil, ce qui montre à l’évidence que s’il a été l’acteur final, il a profité de récents travaux d’autres mathématiciens - ce qui n’enlève rien à la performance de Wiles.

4.1.2

De même, pour faire face à de multiples enjeux scientifiques ou technologiques majeurs, il est indispensable de conjuguer plusieurs grands domaines mathématiques et plusieurs disciplines à l’extérieur des mathématiques ; à titre d’exemple, pour arriver à modéliser et simuler la formation d’une protéine, on utilise aujourd’hui non seulement de la biologie et de la chimie, mais aussi des systèmes dynamiques et des équations aux dérivées partielles, des processus stochastiques, de la géométrie, de l’analyse numérique, du calcul scientifique, de l’informatique distribuée, etc.

4.1.3

Il a toujours été vrai que les idées s’appuient sur les idées, que le nouveau naît de dialogues au sein d’une discipline, si ce n’est une sous-discipline, ou à l’interface entre disciplines. Le “Séminaire” est davantage un début, une source d’inspiration pour les recherches à venir, qu’une fin, un lieu où présenter un travail achevé, au moins pour une de ses étapes, même s’il joue parfois un rôle moteur (“je dois finir ceci pour le présenter à telle occasion”).

4.1.4

De là naît la notion, scientifique bien avant d’être administrative, d’unité de recherche, un lieu où cohabitent des chercheurs de préoccupations voisines et qui échangent sans cesse leur “matériel cognitif”, comme des bactéries en symbiose échangent du matériel génétique.

4.2 Réflexion sur la structuration

4.2.1

Il est indispensable de structurer cette organisation de la recherche, en comprenant profondément à la fois les nécessités nationales, les tendances scientifiques et, nécessairement, d’innombrables contraintes humaines, parfois fort éloignées de la science. Une dépendance trop forte aux besoins universitaires serait à l’évidence contre-productive. Telle université a besoin d’une poignée de mathématiciens pour assurer les cours, par exemple un algébriste, un statisticien et un numéricien, elle les recrutera en fonction de ces besoins, pouvant les isoler ainsi de centres de recherche leur convenant.

4.2.2

Il est nécessaire qu’une instance, composée bien sûr de mathématiciens, ait une réflexion profonde sur la structuration de la recherche mathématique en France (voire au niveau européen), en suivant l’évolution sur un terme assez long. Elle doit composer avec d’autres contraintes, universitaires ou autres. Mais elle doit être déterminante dans le pilotage de la recherche mathématique en France.

4.2.3

Le financement de la recherche “sur projets” est sans doute nécessaire, mais il n’est pas suffisant. Généralisé, il conduirait à des dérives du système, en particulier en ce qui concerne les thèmes de recherche et plus généralement la manière même de faire de la recherche. Toute la recherche fondamentale ne peut pas être menée suivant ce modèle unique du projet ciblé et à court terme. **Il est vital de garder une partie substantielle de financement pour les laboratoires reconnus**, définie par une instance nationale, compétente et représentative du tissu national de la recherche sur des critères de qualité et non sur des projets finalisés trop précis.

4.2.4

Les recherches nationales en mathématiques doivent continuer de s’appuyer sur les universités et sur les grands organismes de recherche. Le CNRS et l’INRIA en sont deux exemples significatifs. Le CNRS et “son” Comité National ont joué un rôle essentiel dans l’épanouissement de la recherche mathématique en France dans les trente années qui ont suivi la guerre ; il a “sauvé” ces mathématiques lorsque les circonstances ont pratiquement tari le recrutement universitaire, dans les années 70. Il continue à irriguer et orienter cette recherche aujourd’hui, jouant un rôle fondamental. L’action du CNRS a notamment permis que l’on fasse de bonnes mathématiques à peu près partout sur le territoire national. L’INRIA, depuis sa création il y a quarante ans et l’impulsion fondatrice de Jacques-Louis Lions, est un élément-clef du développement national des mathématiques appliquées et de leurs interactions avec les sciences informatiques, les technologies de l’information, et les sciences du vivant.

4.2.5

Il faut aussi veiller à renforcer les collaborations entre laboratoires du monde académique et centres de recherche industriels puisque la recherche mathématique dans les entreprises et établissements publics de pointe (par exemple, les grandes banques, EDF, le CEA, etc.) ouvre des horizons nouveaux à la discipline et est source d’emplois pour nos futurs docteurs.

4.2.6

Il faut néanmoins mettre en garde le lecteur à propos d’une confusion fréquente entre la recherche et l’innovation lorsque l’on évoque la recherche industrielle. La recherche peut conduire à l’innovation mais toute innovation n’est pas issue de la recherche. De nombreuses aides publiques à la “recherche industrielle” sont en fait des aides à l’innovation, ce qui peut être légitime, mais ce qui n’est pas la même chose qu’un soutien à la recherche.

4.3 A propos des réformes en cours

Les réformes concernant l’organisation de la recherche et de l’enseignement supérieur vont donner une très grande autonomie aux universités. **On peut toutefois espérer que la politique scientifique du pays ne se réduira pas à la simple juxtaposition de politiques définies localement** à partir de considérations locales. En effet, le développement efficace et harmonieux de la plupart des domaines évoqués plus haut ne peut pas résulter d’une politique définie localement.

TEXTE DE PROSPECTIVE

Les questions liées au recrutement seront tout particulièrement sensibles avec le risque de voir disparaître certains secteurs des mathématiques ou de voir certains domaines s'enfermer dans des “niches” géographiques où elles se scléroseront inéluctablement. Une instance nationale représentative peut jouer un rôle important en tempérant les politiques locales et en veillant à la vitalité globale et équilibrée de la discipline. Le CNRS, par ses recrutements disciplinaires, pourrait jouer ce rôle. Des évolutions intéressantes ont été proposées en introduisant des détachements de recherche sur plusieurs années (par exemple 5 années non renouvelables). Ces détachements, attribués et financés par l'organisme national de recherche, pourraient concerner des chercheurs confirmés, déjà titulaires d'un emploi universitaire, ou de jeunes chercheurs débutant leur carrière. Les premiers pourraient se voir éventuellement chargés durant cette période de missions spécifiques d'animation de la recherche. Pour les plus jeunes, il paraît crucial que ce détachement ne s'apparente en aucun cas avec un emploi temporaire : ils devront donc être au préalable recrutés par un établissement universitaire dans lequel ils seront affectés pendant le détachement. Ces évolutions passeront par un dialogue nouveau entre l'organisme national de recherche et les Universités, mais en tout état de cause il semble vital de ne pas laisser les orientations scientifiques et les recrutements être uniquement le fait des politiques locales d'établissements.

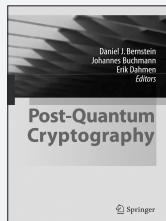
5 Conclusion

Nous avons donné ci-dessus un aperçu de domaines très importants de la science, de la technologie et de la vie où les mathématiques sont véritablement fondamentales et qui doivent absolument être développés prioritairement en France si notre pays veut être indépendant et occuper un rôle de premier rang dans les sciences et technologies. Bien entendu, cela nécessite une action forte, cohérente et bien coordonnée en termes de moyens. Ceci nécessite avant tout que de nombreux jeunes, si possible les plus brillants, soient attirés et s'orientent vers la recherche en mathématiques. Il faut pour cela d'abord les intéresser, leur montrer la beauté et la puissance de la matière mathématique, mais aussi peut-être son implication dans la vie environnante, sociale et économique, sans les assommer d'emblée avec une litanie de techniques pointilleuses. Il faut aussi assurer aux jeunes chercheurs brillants des conditions de travail et un statut social de bon niveau comme le font les pays étrangers comparables au nôtre.

Références

- [1] O. Pironneau, *Rapport de prospective sur le Calcul scientifique*, 1997,
<http://www.inria.fr/recherche/prospective/pironneau.fr.html>.
- [2] *Computational Science : Ensuring America's Competitiveness*, Rapport PITAC, 2005.
- [3] E.P. Wigner, *The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences*, Comm. Pure and Applied Math. 13, p. 1-147, 1960.
- [4] *La France souffre-t-elle d'une désaffection de ses étudiants pour les filières scientifiques ?*, Centre d'analyse stratégique, note externe de veille **30**, octobre 2006.
- [5] *Rapport Charvet : «Les jeunes et les études scientifiques dans l'académie d'Orléans-Tours»*, janvier 2004.
- [6] *Rapport Porchet : «Attrait et qualité des études scientifiques universitaires»*, mars 2003.

Applied Mathematics in Focus



Post Quantum Cryptography

D. J. Bernstein, University of Illinois at Chicago, IL, USA;
J. Buchmann, E. Dahmen, Technical University, Darmstadt, Germany (Eds.)

The contributors to the book take on the big challenge in

cryptography, namely: what to do when someone will break the crypto-systems of today.

This book introduces the reader to the next generation of cryptographic algorithms, the systems that resist quantum-computer attacks: in particular, post-quantum public-key encryption systems and post-quantum public-key signature systems.

2009. IX, 245 p. 25 illus. Hardcover
ISBN 978-3-540-88701-0 ► € 59,95 | £47.99

Mathematics and Politics

Strategy, Voting, Power, and Proof

A. Taylor, Union College, Schenectady, NY, USA;
A. M. Pacelli, Williams College, Williamstown, MA, USA

The second edition of this book includes two new chapters on „Fairness“ and „More Fairness“. In addition, examples and exercises have been updated and enhanced throughout.

2nd ed. 2009. XVI, 364 p. Hardcover
ISBN 978-0-387-77643-9 ► € 34,95 | £27.99

Variational Methods in Imaging

O. Scherzer, M. Grasmair, H. Grossauer,
M. Haltmeier, F. Lenzen, University of Innsbruck, Austria

This book is devoted to the study of variational methods in imaging. The presentation is mathematically rigorous and covers a detailed treatment of the approach from an inverse problems point of view.

2009. XIV, 322 p. 72 illus. (Applied Mathematical Sciences, Volume 167) Hardcover
ISBN 978-0-387-30931-6 ► € 54,95 | £43.99

Least-Squares Finite Element Methods

P. B. Bochev, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, USA; M. D. Gunzburger, Florida State University, Tallahassee, FL, USA

This book offers a thorough and systematic examination of theoretical and practical aspects of least-squares finite element methods for partial differential equations problems arising in science and engineering applications such as porous media flows, transport, electromagnetics, and incompressible fluid flows.

2009. Approx. 680 p. (Applied Mathematical Sciences, Volume 166) Hardcover
ISBN 978-0-387-30888-3 ► € 46,95 | £37.99

Generalized Lie Theory in Mathematics, Physics and Beyond

S. Silvestrov, Centre for Mathematical Sciences, Lund University, Sweden; E. Paal, Tallinn University of Technology, Tallinn Estonia; V. Abramov, University of Tartu, Estonia; A. Stolin, Göteborg University, Göteborg, Sweden (Eds.)

2009. XVIII, 306 p. 3 illus. Hardcover
ISBN 978-3-540-85331-2 ► € 79,95 | £63.99

Geometric Algebra with Applications in Engineering

C. Perwass, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany

This book examines all aspects essential for a successful application of geometric algebra: the theoretical foundations, the representation of geometric constraints, and the numerical estimation from uncertain data.

2009. XIV, 386 p. (Geometry and Computing, Vol. 4) Hardcover
ISBN 978-3-540-89067-6 ► € 54,95 | £43.99

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.

014047x

Une UMI CNRS en mathématiques dans le Nord-Ouest américain

par Ivar Ekeland

Chaire de Recherche du Canada, UBC

Ancien directeur du PIMS

Le **Pacific Institute of the Mathematical Sciences (PIMS)** est depuis 2007 une Unité Mixte Internationale du CNRS, sous le numero 3069. Cela signifie que les personnels CNRS, et les universitaires en détachement ou en délégation au CNRS, peuvent être affectés au PIMS pour une durée qui, dans le cadre de l'accord signé entre le CNRS et le PIMS, est d'une année. Quatre personnes ont bénéficié de cette disposition en 2007-08, et six en 2008-09. L'affectation est prononcée dans un des huit sites du PIMS : sept universités dans l'Ouest canadien (trois en Colombie Britannique, deux en Alberta et deux dans le Saskatchewan) et une aux États-Unis (UW a Seattle).

Le 49ème parallèle, frontière totalement artificielle qui court des Grands Lacs à la côte du Pacifique, coupe en deux cette région, qui présente une grande unité géographique et culturelle. Au Nord de la frontière, c'est le Western Canada, et au Sud c'est le Pacific Northwest. Mais de part et d'autre, c'est le même paysage, la côte pacifique, avec ses îles et ses forêts, puis les chaînes alpines, Cascades et Rocheuses, puis les vastes plaines de l'intérieur et leurs hivers rigoureux. La côte Est et ses métropoles sont bien loin, Montréal, Ottawa, New York. Par-delà l'océan, ce n'est pas "l'Europe aux anciens parapets", c'est l'Orient, le Japon, la Chine, la Corée, pour lesquels la région a toujours été la porte d'entrée vers le continent américain. En 1997, sous l'impulsion de Nassif Ghoussoub, professeur à UBC, les mathématiciens de la région fondaient le PIMS, pour réaliser dans le domaine scientifique cette unité déjà inscrite dans la géographie. Dès le départ, le PIMS a été conçu comme un institut distribué : dans chacune des universités participantes, il y a un site du PIMS bien identifié, avec son propre directeur et un personnel administratif à mi-temps. Le directeur de site est un(e) professeur(e) en poste dans l'établissement, dont le rôle est d'utiliser les moyens, financiers et autres, du PIMS pour organiser des activités (séminaires, conférences, colloques, écoles d'été) sur place et en attirer des post-docs. Le bureau central du PIMS est à Vancouver, où il a son propre bâtiment dans UBC. Il abrite le directeur du PIMS, le directeur adjoint (qui fait aussi fonction de directeur de site pour UBC) et l'administration centrale (comptabilité, finance et administration de la recherche). C'est là que sont organisées les activités transversales du PIMS : groupes de recherches

coopératifs (CRGs), dotés de moyens importants pendant trois ans pour fédérer les chercheurs de plusieurs sites autour d’un thème donné, et les post-docs, que le PIMS recrute par concours pour une durée de deux ans. Bon an mal an, il y a au PIMS entre vingt et trente post-docs, répartis bien entendu entre les différents sites.

Avec le Centre de Recherches Mathématiques à Montreal, et le Fields Institute à Toronto, le PIMS est l’un des trois instituts nationaux de mathématiques du Canada. Il est également la tête de pont du réseau PRIMA (Pacific Rim Mathematical Association), qui regroupe tous les instituts de mathématiques de part et d’autre du Pacifique, et qui tiendra son premier congrès à Sydney du 6 au 10 Juillet 2009. Parmi ceux-ci il a des relations particulièrement étroites avec le Centro de Modelamiento Matematico de Santiago du Chili (également UMI CNRS), l’Universidad Autonoma de Mexico, et le Chern Institute de Tian-Jin. C’est sa position unique, à l’intersection de plusieurs réseaux, et son fonctionnement décentralisé, qui ont attiré l’attention du CNRS sur le PIMS. L’idée de Christian Peskine était d’en faire profiter de jeunes chercheurs qui auraient ainsi une première expérience internationale longue, dans un milieu extrêmement ouvert sur les nouvelles communautés mathématiques autour du Pacifique. Bien entendu, cela n’a de sens que s’ils peuvent s’insérer dans les équipes de recherches sur place. Leur réputation est bien établie dans certains domaines, comme les probabilités, mais la politique scientifique du PIMS consiste aussi à développer des domaines nouveaux, comme la biologie mathématique ou le changement climatique.

Pour ceux que cette possibilité intéresserait, il faut faire acte de candidature avant la date limite, qui pour l’année 2009-10 était fixée au 1er décembre 2008, auprès de Alejandro Adem, directeur du PIMS, et Jean-Marc Gambaudo, directeur des mathématiques au CNRS. Ces demandes seront classées, et bien évidemment la qualité de l’insertion dans les projets de recherche du PIMS et de l’université d’accueil sera un critère décisif. Il faut donc préparer cette insertion, soit en développant les contacts locaux si l’on en a déjà, soit en les prenant si on ne les a pas, par exemple en consultant le site web du PIMS et en contactant les responsables des CRG ou les directeurs de site. C’est justement un des buts de cet accord que d’établir, puis de maintenir, les contacts entre la communauté du PIMS et les mathématiciens français. Deux précisions pour terminer : priorité est donnée aux jeunes chercheurs, dans la mesure où les chercheurs établis peuvent plus facilement trouver des moyens de financement pour un séjour à l’étranger, et les chercheurs qui relèvent d’autres sections du CNRS, comme l’informatique, la physique, ou la biologie, peuvent également être détachés ou délégués dans l’UMI 3069, dans la mesure bien entendu où leur projet de recherche rentre dans les projets scientifiques du PIMS. Allez-y, c’est une expérience inoubliable !

Site web : <http://www.pims.math.ca/>

Vie de la communauté

CHERCHEURS INVITÉS

Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier UMR 5149 CNRS

Matano Hiroshi

9 mars au 18 mars 2009

University of Tokyo

Paroni Roberto

septembre-novembre 2008

Univ. degli Studi di Sassari, Italie.

LAMAV, Université de Valenciennes

Romani Lucia

Juin 2009

Univ. of Milano, Italie. - *Spécialité* : Approximation.

Images des mathématiques, un renouveau

La science semble s'éloigner de plus en plus du grand public. Aujourd'hui elle paraît très lointaine, souvent inaccessible, et elle inspire parfois la crainte. En mathématiques, il n'est pas usuel de faire se rencontrer le monde de la recherche et le public. Ce site veut contribuer à réduire ce manque de communication et montrer à quel point les mathématiques peuvent être passionnantes et, par certains aspects, à la portée de tous.

De nombreux sites remarquablement intéressants apparaissent sur internet et traitent de mathématiques mais très peu sont exclusivement consacrés à la recherche contemporaine. « Images des Mathématiques » a pour but de présenter la recherche mathématique en particulier française et ses métiers, à l'extérieur de la communauté scientifique. Tous les articles sont écrits par des personnes pratiquant la recherche en mathématiques mais aucun article n'est écrit à leur intention. On espère ainsi montrer les aspects mathématiques de la recherche contemporaine, bien sûr !, mais aussi ses aspects historiques, culturels et sociologiques. Si vous « faites » de la recherche en mathématiques, nous vous invitons à participer en soumettant des articles ou des contributions qui vous paraîtront utiles. Sinon, n'hésitez pas à réagir aux articles en participant aux discussions qui leur sont attachées !

Le 7 janvier 2009, par le comité de rédaction

Lien : <http://images.math.cnrs.fr/>

Section 01 du Comité national de la recherche scientifique : bilan du fonctionnement de la mandature 2004/08

par Fabrice Planchon¹

(Article paru dans la Gazette de la SMF-119, Janvier 2009-)

Dans le cadre de son mandat, la section a élaboré en 2006 un document de conjoncture, disponible sur le site du CNRS² qui présente un panorama des développements mathématiques récents et illustre la qualité des mathématiques françaises, d'un point de vue scientifique.

Le présent texte (qui ne prétend pas être exhaustif !) a un objectif différent : présenter les modalités de l'activité de la section 01, "mathématiques et interactions des mathématiques" sur la durée du mandat qui s'est achevé en septembre 2008. Il passe en revue la plupart des missions confiées à la section, ainsi que le contexte (politique et scientifique) dans lequel elles ont été menées. Son caractère souvent technique, l'accent parfois mis sur les dysfonctionnements, doit plus à l'usure du mandat et de son rédacteur qu'à la réalité quotidienne de l'activité de la section : les mathématiques y occupent une place prépondérante, lors des évaluations bien sûr et en particulier pendant le concours, où la qualité des candidats a produit des discussions passionnantes dans une excellente atmosphère. Une analyse des aspects scientifiques du concours, sur la durée du mandat 2004-2008 voire au-delà, sera faite ultérieurement, dans un document différent.

Au cours de ces quatre années, la section a été au contact de l'ensemble de la recherche mathématique et de ses acteurs en France. Elle a pu constater la richesse de cette activité, dans tous les domaines, du plus fondamental au plus appliqué, aussi bien au niveau individuel qu'au niveau des laboratoires ou des groupements de recherche. Lors de ses délibérations et de ses choix, elle a été attentive aux équilibres thématiques et a porté une attention particulière aux domaines appliqués, tout en regrettant de n'avoir pu traiter de manière satisfaisante certains domaines qui entrent dans ses attributions, tel celui de l'histoire des mathématiques.

1/ Un bref rappel des activités

Schématiquement, les activités de la section se subdivisent en trois grandes catégories :

-évaluation récurrente, de personnels ou de structure ; on peut classer ici les promotions chercheurs ; l'évaluation des chercheurs et des unités se fait chaque printemps, l'ensemble des unités étant classé par vagues (A/B/C/D), chaque chercheur étant évalué tous les 2 ans et chaque unité tous les 4 ans (lors de la recon-

¹Président de la section, 2004-2008

²<http://www.cnrs.fr/comitenational/doc/rapport/2006/01.pdf>

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

duction du contrat quadriennal). Cette évaluation représente plus de 700 dossiers sur 4 ans. Les promotions, qui sont traitées à l’automne, représentent quant à elles plus de 200 dossiers (en comptant chaque candidature séparément). L’évaluation des GDRs (groupements de recherche) se fait également à l’automne (40 dossiers sur 3 ans). Toujours à l’automne, sont traitées les demandes de subventions de colloques et les subventions aux revues.

-Demandes particulières ; entrent dans cette catégorie les demandes hors calendrier récurrent (changement d’affectation, détachement, changement de directeur...) et également le suivi des cas particuliers de chercheurs (une centaine de dossiers sur 3 ans).

-Concours de recrutement chercheurs : à chaque printemps, la section se constitue également en jury d’admissibilité (seuls les personnels de rang A et les Bs ayant un rang leur permettant de concourir participent à un concours donné : il y a généralement au moins trois concours (CR2/CR1/DR2) auxquels viennent s’ajouter les concours fléchés). Les concours des années 2005 à 2008 ont vu passer plus de 300 candidats par an, dont plus de 200 sur les concours CR. A noter également que lors des sessions d’automne, la section (dans son ensemble) émet un avis les affectations des “nouveaux” entrants (CR et DR). Elle donne également un avis un an plus tard sur leur titularisation (pour les seuls entrants CR).

En dehors du concours qui a ses règles propres, chaque dossier donne lieu à un rapport, communiqué à l’administration et à l’évalué (personne ou structure), rédigé par la section qui désigne généralement un ou plusieurs rapporteurs.

Enfin, les demandes de délégation au CNRS des enseignants-chercheurs sont traitées hors sessions ordinaires, pour des raisons de calendrier. La section délègue donc plusieurs de ses membres pour examiner les dossiers au département scientifique. La même procédure est utilisée pour les demandes de post-doctorants CNRS, et également pour toute demande urgente hors-session.

2/ Un bilan du mandat

Bien qu’aucun texte interne au CNRS n’ait été modifié en ce qui concerne le Comité national, force est de constater que l’érosion continue de ses attributions et prérogatives s’est poursuivie pendant ce mandat, et ceci indépendamment des directions changeantes, des réformes entamées/inachevées/finies et de la bonne volonté générale du secrétariat général du Comité national (SGCN) comme du département scientifique (DS). Le contexte politique très mouvant ne saurait être invoqué comme la seule raison : pour une part, la réforme mise en oeuvre à compter de fin 2004, sous couvert de rationalisation, a privé le Comité national de prérogatives importantes (au mépris des textes), comme l’examen des délégations (poursuivi avec l’accord du département scientifique et dans des conditions dégradées, voir la discussion ultérieure sur le sujet. La direction générale actuelle, malgré des déclarations lénifiantes répétées, n’a pas l’air de comprendre

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

qu’il s’agit d’une activité qui ne peut être menée par le seul directeur scientifique adjoint). D’autre part, l’examen de nombreuses demandes se fait a posteriori et les rend donc plus formelles qu’autre chose. Cela est également vrai de nombreux projets qu’il est demandé d’approuver à leur stade final, sans concertation préalable et, donc, par la force des choses, sans modification possible. Le cloisonnement à l’intérieur du CNRS (direction des relations internationales, direction des partenariats, départements scientifiques...) est partiellement responsable de cet état d’urgence permanent où le Comité national semble représenter un empêcheur de tourner en rond qu’il convient de garder à distance. La très mauvaise information dont disposent souvent les chercheurs et unités sur les moyens et demandes qu’ils peuvent effectuer est également à blâmer (quoique les responsabilités soient à partager également entre direction(s) et unités/personnels sur ce point, l’information existant bien souvent lorsqu’on se donne la peine de la chercher). Malgré ce constat qui peut paraître alarmiste, la section s’est efforcée de rendre ses avis dans les meilleures conditions, dans le souci de l’intérêt des chercheurs et de l’organisme. Les échanges avec le département scientifique ont été nombreux et constructifs, dans un esprit de coopération que l’on ne peut que souhaiter voir se poursuivre. Dans ce cadre, il est important de rappeler au département scientifique, autant que nécessaire, qu’il est dans son intérêt de consulter la section en préalable plutôt qu’a posteriori, et qu’en matière d’évaluation ou d’avis d’ordre scientifique (qu’il porte sur des personnes ou sur des structures), son avis peut être précieux (et donc que s’en priver revient à se priver d’un avis, certes souvent indicatif, mais collégial et, on l’espère, représentatif de la communauté).

3/ Un tour d’horizon rapide de quelques points importants

Le concours : certainement la tâche la plus difficile qui incombe à la section, de par ses implications à long terme.

Le nombre de postes ouverts a été raisonnable (en comparaison avec les mandatures précédentes et en regard des autres sections), même si les équilibres entre postes CR/DR ne sont pas toujours ce que la section (et le département scientifique !) souhaiterait. A noter que ce nombre, parfois jugé élevé par d’autres sections, était, pour les postes CR, directement corrélé au nombre de départs vers l’enseignement supérieur, bien plus important en section 01 qu’ailleurs (on a compté plus de 30 départs sur les 4 ans de mandature). La très faible proportion de postes CR1 était voulue par la section (suivant les précédentes) ; nouveauté peut-être par rapport aux mandatures précédentes, la section en a fait usage pour recruter d’excellents maîtres de conférence (entraînant un effet clair sur le nombre de MdCs candidats). Outre que cela donne une forme de “deuxième chance” à des candidats malheureux à un concours CR2 passé (dont le niveau est et reste très élevé), une explication possible est à rechercher dans le faible nombre de candidats venant de “l’extérieur du système” (étranger notamment). Le nombre,

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

plus élevé que pour les sections précédentes, de postes ouverts aux concours DR2 a permis de travailler dans de meilleures conditions :

il faut cependant souligner l'absurdité d'un système où le CNRS affiche qu'il "recrute" plus de 100 directeurs de recherche une année donnée, alors qu'il recrute effectivement moins de 20 nouveaux chercheurs au niveau DR, les autres provenant du corps des CRs et ne correspondant donc qu'à ce que Bercy appelle un "chapeau" budgétaire (un tel "chapeau" de DR2 représente moins d'un tiers d'un poste "frais" au concours CR2...); une séparation claire entre concours interne et externe permettrait un affichage public plus sain, et éviterait certains désastreux malentendus sur la nature "externe" ou interne de tel ou tel poste fléché (les malentendus peuvent aller jusqu'au déclassement en jury d'admission, comme la section l'a appris à ses dépens la première année : désagréable pour le jury d'admissibilité mais encore plus pour le candidat malheureux dont le dossier n'était absolument pas en cause...). D'ailleurs, à tous les niveaux de concours, le nombre de candidats en provenance de l'étranger reste faible : il y a là un travail à faire de la part des laboratoires pour solliciter des candidatures au niveau des concours ouverts, sachant que la direction générale souhaite poursuivre un effort de recrutement "extérieur" qui la conduit à ouvrir des postes fléchés (notamment au niveau DR1, mais pas seulement) sans nécessairement faire un réel travail de préparation (ou, ce qui semble de beaucoup raisonnable, le faire faire par de possibles laboratoire d'accueil). Par ailleurs, et c'est dommage, le nombre de postes disponibles en détachement, qui semblaient les plus appropriés pour accueillir des enseignants-chercheurs en poste en France, notamment pour des opérations de politique scientifique, s'est réduit à zéro : alors même qu'il est désormais possible d'ouvrir des possibilités de détachement sur des postes contractuels, ce qui élimine de facto les nombreuses incompréhensions passées exacerbées lors d'éventuelles intégrations de personnel détaché. Sur les 4 concours 2005/2008, on remarque, entre autres chiffres intéressants pour les recrutés CRs, une grande diversité de provenance (plus de 20 laboratoires différents) comme d'affectations (plus de 20 destinations également, avec un bon équilibre naturel Paris-Province). L'équilibre thématique est également globalement respecté, et la section, en refusant tout fléchage thématique ou géographique, a assumé comme sa charge naturelle le respect de grands équilibres, et fait valoir ses arguments aux jurys d'admission. A cet égard, la répartition suivant les sections CNU (25/26) ou (et ce n'est pas la même chose) entre mathématiques fondamentales et appliquées apparaît meilleure que par le passé. A noter que, chaque année, il y aura eu un poste CR2 dit d'"échange" avec la section 07, c'est-à-dire un poste ouvert en 01 mais avec une affectation ultérieure par le département ST2I dans un laboratoire de 07, et un poste ouvert en 07 avec affectation ultérieure par MPPU dans un laboratoire de 01. Les sections ont échangé des experts pour ces concours par-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

ticuliers qui semblent avoir fonctionné de manière tout à fait satisfaisante. Ce genre de croisement peut être fait avec d’autres sections (cela a été le cas avec la section 10 en 2005, sans échange d’expert cependant) et c’est d’ailleurs le cas au concours 2009. En ce qui concerne les recrutements directeurs de recherche, ils sont dans leur quasi-totalité effectués parmi les chargés de recherche, à un niveau (d’âge et d’expérience) généralement supérieur à celui du passage dans le corps des professeurs d’université (on peut relier ce point aux départs vers l’enseignement supérieur mentionnés plus haut, mais cela mériterait une étude séparée). La mobilité (au moment du passage DR ou avant) a été un facteur important (et mentionné comme tel dans les critères d’appréciation de la section) et elle est en nette hausse (là encore, le plus grand nombre de centres attractifs, notamment en province, n’y est pas étranger). La marge de manoeuvre dont la section bénéficiait avec l’augmentation du nombre de postes a permis de travailler en modulant l’ensemble de ses critères en fonction du vivier des candidats, où des profils d’âge et d’expérience très différents coexistent. Les vœux d’affectation, à quelque niveau que ce soit, n’ont pas joué un rôle déterminant dans les classements (même si la cohérence d’un projet est un élément d’appréciation à prendre en compte !); la majorité de ces vœux ont d’ailleurs reçu satisfaction de la part de la direction, et, lorsqu’il y avait des difficultés, la section s’est efforcée de veiller à ce que, lorsque le premier vœu n’était pas satisfait, une alternative satisfaisante pour le nouveau recruté se fasse jour. Il importe d’ailleurs dans ce cadre que futurs recrutés comme futurs laboratoires d’accueil se rendent compte que les choix se préparent en amont, et que les impératifs du CNRS le conduisent parfois à faire des choix difficiles. Autrement dit, l’arrivée d’un nouveau CR dans un laboratoire se prépare au mieux en s’assurant que d’excellents candidats souhaitent y venir, plutôt qu’en harcelant section et département scientifique une fois la liste connue. Terminons par deux bémols : outre l’absence de recrutement dans le domaine de l’histoire des mathématiques, la faible proportion de femmes dans les recrutements : celle-ci reflète malheureusement les effectifs en amont, dans les classes préparatoires et les filières scientifiques de mathématique. Force est de constater que la section sur ce point n’est pas allée au delà du constat, avec 6 recrutements sur 62 postes CRs ouverts sur 3 ans. Enfin, difficile de clore ce bref panorama du concours sans évoquer les changements en cours, qui ont déjà eu un effet direct sur la campagne de recrutement 2009 : l’apparition des “chaires” conjointes CNRS-Universités conduit directement à la disparition d’environ 5 postes de CR2 au concours général, sans contrepartie réelle en terme d’emploi statutaire. Au delà, leur modalité de mise en place (et plus particulièrement de recrutement) ne semble pas de nature à favoriser le niveau d’excellence qui est celui du concours national ; le double fléchage géographique et thématique, pratiqué dans l’urgence, est à l’antithèse de la pratique menée par la section 01, et il est frappant de constater qu’il disparaît un nombre de postes équivalent à celui

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

qui était donné justement au titre de ce flux vers l’enseignement supérieur que l’on voudrait favoriser partout ailleurs...

L’évaluation : l’évaluation des chercheurs et des unités occupe une bonne part de l’activité des deux sessions, automne et printemps. A l’automne se déroulent les promotions de grade : les promotions CR2->CR1 n’ont posé aucun problème particulier, puisque le CNRS disposait du nombre de postes suffisants (et que les CR2 candidats montraient d’excellents dossiers !) chaque année. On note toutefois que les disparités grandissantes au recrutement (en terme d’âge et de développement scientifique) justifieraient très certainement une disparition de la barrière des 4 ans, ou une fusion pure et simple des classes comme celle réalisée dans le corps des MdCs (le reclassement au recrutement prenant, lui, en compte les disparités lors de la reconstitution de carrière). Les promotions de classe au niveau DR (vers DR1 puis DRCE) constituent l’un des principaux points noirs de l’activité : le nombre ridiculement bas de promotions disponibles (particulièrement criant pour le passage DRCE où les courbes d’âge moyen, pour le CNRS dans sa totalité, de promotion DR1->DRCE1 et DRCE1->DRCE2 sont allées jusqu’à presque s’inverser il y a quelques années). Cela conduit à un travail de “gestion” d’une (trop) longue file d’attente sur 4 ans, à peine remise en cause par l’apparition éventuelle de nouveaux candidats. La lisibilité extérieure des classements faits n’est pas non plus la meilleure, la liste des candidats n’étant connue que de la seule section (qui ne peut classer un candidat n’ayant pas fait acte de candidature). Sur quatre ans, la section aura vu la promotion de 13 DR2s vers DR1s, 2 DR1 vers DRCE, et 1 DRCE1 vers DRCE2. La direction générale du CNRS avait annoncé à l’automne 2007 un effort de rééquilibrage dans les différentes classes (la limite statutaire du pourcentage de DRCE, fixée à 10%, étant très loin d’être atteinte, contrairement au corps des professeurs d’université où la situation est “meilleure”). On ne peut que souhaiter que cela se traduise par une (timide) amélioration de la situation sur la mandature qui vient de débiter.

L’évaluation des unités est actuellement en pleine restructuration, suite à la mise en place de l’AERES. Cependant, la direction actuelle du CNRS souhaite que les sections continuent d’examiner les unités, et les textes prévoient de toute façon un avis des sections sur les créations et renouvellement des unités, ce qui ne peut se faire sans évaluation sérieuse. Il est encore trop tôt pour tirer un bilan du nouveau système, après une campagne d’évaluations (et les visites afférentes), mais il conviendra de rester vigilant au rôle du Comité national dans ce domaine, le lien entre évaluation des structures et évaluation des personnes ne devant pas être remis en cause. Le principe des comités de visite mis en place par l’AERES n’est pas fondamentalement différent de celui utilisé auparavant par le département scientifique, et la section a travaillé, comme auparavant, sur la base des rapports et des éléments fournis par son représentant dans le comité de visite. Cependant, une évolution mal venue dans le nouveau système est l’absence de représentant ITA,

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

sauf proportion élevée d’agents dans la structure évaluée : lors des deux années d’évaluation mandatées par le CNRS, la section envoyait systématiquement (à la demande du département scientifique et en ignorant la règle interne du CNRS, assez proche de la règle actuelle de l’AERES, soit dit en passant) l’un de ses 3 membres ITA dans les comités de visite nommés par le CNRS, en sus de son ou de ses représentants (enseignants-)chercheurs. Ils jouaient un rôle extrêmement précieux pour le comité de visite, puis pour la section dans son appréciation du bon fonctionnement quotidien des unités ; l’examen de ce quotidien est nécessaire à une bonne évaluation d’une unité, pour les implications qu’il a sur l’environnement qu’elle fournit et qui est un facteur de qualité scientifique. Le département scientifique devra veiller à assurer la présence d’un ITA lors des visites, si l’AERES ne peut/veut prendre cette représentation à sa charge. Par ailleurs, la section a toujours désigné ses représentants en bonne entente avec le département scientifique, espérons que cela se poursuive avec l’AERES, et que l’Agence réalise que la présence d’un représentant par section concernée est nécessaire lorsque les unités ont des personnels relevant du champ de compétence de sections différentes (là encore, ça n’est pas nouveau, et certains départements scientifiques du CNRS “oubliaient” de prévenir la section 01 de l’évaluation d’un laboratoire dont elle était section secondaire...) ou qu’une méga-évaluation avec des sessions parallèles, si elle ne fait pas appel à plusieurs membres de la section, revient de facto à demander le don d’ubiquité... Enfin, il faut souhaiter que non seulement le CNRS (plus précisément sa direction) continue de confier un rôle d’évaluation aux sections, mais également qu’il comprenne que laisser sa direction des partenariats (DPA) mener une évaluation parallèle, uniquement sur des indicateurs bibliométriques parfois collectés par elle seule selon des méthodes qui laissent perplexe, n’est pas de nature à améliorer les relations de l’organisme avec les universités. Que l’avis de la DPA puisse l’emporter sur une succession d’avis favorables de la section (s’appuyant sur un rapport de visite), du conseil scientifique de département, du conseil scientifique du CNRS pour aboutir à une mise en FRE (formation de recherche en évolution, l’appréciation de la dénomination est laissée au lecteur...) n’augure pas bien du futur des “petites” unités. Dans ce cadre, la direction générale actuelle semble malheureusement suivre les traces de sa devancière, plus occupée à sauver ce qu’elle croit être le coeur du CNRS qu’à préserver ce qui a été construit, en collaboration avec les établissements partenaires, par les directeurs adjoints pour les mathématiques, avec l’appui de leurs directeurs scientifiques (SPM puis MPPU), mais le plus souvent dans l’indifférence voire l’incompréhension des directions fonctionnelles à commencer par la première d’entre elles.

Les demandes particulières, de type détachement d’un chercheur, renouvellement de détachement, mise à disposition, congé, mais aussi changement d’affectation sont traitées comme elles arrivent, malheureusement le plus souvent pour ef-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

fet rétroactif, ce qui réduit d'autant la marge de manoeuvre. Le département scientifique et la section ne font sans doute pas assez d'effort pour expliquer les démarches nécessaires et les calendriers à respecter. Cependant la section s'est efforcée de traiter ces demandes au mieux en émettant des avis réfléchis et dictés par la nécessité d'avoir des règles claires (notamment concernant les détachements et leur prolongement éventuel au delà d'une certaine durée, pour les postes permanents à l'étranger). A l'heure où la direction des ressources humaines du CNRS parle de ne plus présenter ces demandes aux sections du Comité national, il convient de rappeler que toute décision ayant une implication directe d'ordre scientifique sur la carrière d'un chercheur doit être soumise à l'appréciation de la section ; tout autre mode de fonctionnement tomberait dans l'arbitraire et le manque de transparence, et le système actuel peut d'ailleurs déjà donner cette impression... Rappelons que le détachement (et encore plus son renouvellement !) est soumis à l'avis de l'organisme employeur, et qu'un poste statutaire dont le titulaire est en détachement ne revient que sous la forme des postes invités ("postes rouges"). Il convient donc, en regard du nombre de postes ouverts au concours, de peser soigneusement les décisions, puisqu'immobiliser un poste n'est pas sans conséquence. Plus encore, les mises à disposition³, notamment d'organismes étrangers, sont sujettes à caution, surtout lorsqu'elles sont immédiatement suivies de demandes de détachement⁴ ; la facilité de voyager des chercheurs CNRS est unanimement louée, facilitant contacts scientifiques, en France comme à l'étranger, et il ne s'agit pas de la restreindre, mais de mesurer l'intérêt de l'organisme dans ces opérations. Dans un registre plus désagréable, la section a voté plusieurs avis d'insuffisance professionnelle durant les 4 ans écoulés. Il convient pour éviter d'en arriver là que le suivi normal d'évaluation détecte le plus tôt possible les problèmes potentiels de tous ordres, et qu'une forme d'action (directe auprès du chercheur, à travers le rapport ou un contact, ou indirecte via la DRH) soit entreprise, en association particulièrement avec son unité. Il est dommage de constater d'ailleurs que certains directeurs d'unité ne s'investissent pas plus dans le suivi de leurs chercheurs, lorsque des problèmes se font jour bien sûr, mais même avant ! Malheureusement, la section n'évalue chaque chercheur que 2 fois durant ses 4 ans de mandat, ce qui est peu pour assurer un bon suivi, mais rend d'autant plus important, d'une part qu'il lui soit transmis des rapports d'activité complets, et d'autre part qu'elle produise des rapports qui seront utiles au département scientifique comme à la section suivante.

Comme indiqué précédemment, *la question des délégations* aura été un point très négatif de la mandature. D'abord annoncées comme disparaissant du champ

³un chercheur mis à disposition reçoit son salaire du CNRS

⁴un chercheur détaché auprès d'un organisme conserve son poste au CNRS mais reçoit son salaire de l'organisme

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

de compétence du Comité national, elles sont néanmoins réapparues (grâce essentiellement au désir du département scientifique de s'appuyer sur l'expertise de la section), mais sous une forme dégradée qui ne prête pas à une véritable évaluation sérieuse : le département scientifique signale (et la responsabilité en incombe surtout à la direction des ressources humaines...), avec un délai de réaction très (voire trop !) court l'arrivée des dossiers (qui ne restent au département scientifique qu'une quinzaine de jours), et ces dossiers sont ensuite examinés, sur une journée, par un (petit) groupe de membres de la section. Le nombre conséquent de délégations disponibles rend le travail de choix moins difficile, mais il est à craindre que toute modification de cet équilibre ne rende la situation explosive. L'attitude parfois ambivalente du département scientifique, désireux certes d'avoir l'avis de la section mais également d'exercer ses (nouvelles) prérogatives dans ce domaine a pu parfois laisser perplexe. Or il convient de rappeler qu'effectuer un tri parmi plus de 180 demandes par an nécessite l'expertise de la section dans son ensemble. La section a essayé d'afficher au mieux ses priorités, en concertation avec le département scientifique : ont été ainsi privilégiés les "jeunes" (recrutés, c'est-à-dire souvent les MdCs mais aussi des professeurs), les dossiers présentant un projet de mobilité (surtout géographique mais aussi thématique), ceux qui mentionnaient la préparation d'une HDR (un bémol cependant : une évaluation a posteriori de cette politique affichée depuis des lustres serait bienvenue), les organisateurs de manifestations scientifiques (type semestre IHP), et au titre du département scientifique, des responsables comme les directeurs de laboratoire ; ces axes ont été privilégiés sans concession pour la qualité scientifique des demandes, et la conjonction du nombre d'années calendaires accordées par le CNRS et d'une politique de non-renouvellement et de fractionnement sur semestre a permis de travailler sans dysfonctionnement majeur. Il est à craindre qu'une réduction (qui s'annonce !) drastique, voire une disparition pure et simple à l'échelle de quelques années, de la dotation en délégations ne conduise à une crise sérieuse. Le même constat, sur une plus petite échelle, s'applique également aux postes "rouges", c'est-à-dire les postes d'invitation, pour lesquels la section n'est plus officiellement consultée sans qu'on comprenne bien pourquoi une telle consultation (justifiée puisque concernant des dossiers scientifiques de potentiels invités) empêcherait la direction scientifique d'afficher ses priorités ou ses orientations. Les attributions de post-doctorats, en collaboration avec la CPU, ont mieux fonctionné même s'il reste des points à améliorer, notamment en terme d'évaluation a posteriori des moyens attribués.

Les demandes de subvention de colloques qui sont une autre activité relevant traditionnellement de la section et très observée dans la communauté, ont été de mal en pis d'année en année, à tel point qu'on peut considérer qu'elles ne relèvent plus de l'activité normale de la section. Celle-ci s'était pourtant efforcée de mettre en place dès l'automne 2004 une grille publique d'évaluation des demandes des-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

tinée à améliorer la qualité des dossiers présentés, dont la très grande disparité rend la comparaison aléatoire. Les changements de système et la disparition de l'appel d'offre colloques lancé par le département scientifique, remplacé par une case dans les demandes de moyens globaux des laboratoires ont rendu le système totalement opaque et illisible. La faiblesse ridicule des lignes budgétaires associées rendait de toute façon toute forme de travail sur le sujet pratiquement inutile au regard du retour sur investissement. Il y a là une réflexion à avoir. Par contraste, le succès des écoles thématiques (beaucoup plus formatées et relevant de la formation permanente du CNRS) ne se dément pas et le nombre d'excellents projets augmente, ce qui semble inquiéter le département scientifique, à tort à notre avis.

4/ Conclusion

La section a également un rôle de prospective, et dans ce cadre a écrit un rapport de prospective ainsi qu'un rapport de conjoncture, déjà mentionné. Ce dernier a été publié, le premier aura servi à l'élaboration du document de prospective du CNRS. S'il est bien difficile de prédire ce que seront les mathématiques de demain (et pas si facile de raconter celles d'aujourd'hui !), le document de prospective aura surtout permis de rappeler les grands principes qui fondent l'activité du CNRS en mathématiques, principes auxquels la section a adhéré pendant sa mandature et qu'elle a partagé avec le département scientifique, tout en gardant son indépendance d'esprit. C'est également cette politique que la section a défendue, en interne d'abord, et à l'extérieur, comme un modèle de développement où le partenariat CNRS-Universités est vécu comme un moyen de structuration d'une communauté majoritairement universitaire, et où les actions du CNRS sont au service de cette communauté dans son ensemble. Dans ce cadre et dans un contexte difficile, la section a travaillé en bonne entente non seulement avec le département scientifique, mais également avec les responsables des mathématiques où qu'ils se trouvent (ministère, AERES, ANR...) comme avec les sociétés savantes (SMF/SMAI/SFDS) pour promouvoir le modèle des mathématiques françaises, dont la qualité nous est apparue se trouver au plus haut niveau mondial, au vu de nos activités d'évaluation et de recrutement. A l'heure où la création des instituts, avec un institut des sciences mathématiques et de leurs interactions, fait craindre le pire pour la survie du CNRS, il convient de s'interroger sur le sens de la politique menée par le CNRS en mathématiques, parfois "à l'insu de son plein gré" : si, comme l'auteur de ces lignes, on souscrit à une action de coordination et de développement des moyens au service d'objectifs scientifiques que la communauté détermine par elle-même (avec un certain succès !) plutôt qu'à une action de pilotage scientifique direct qui n'a que peu de sens en mathématiques (contrairement à d'autres secteurs où il convient de fixer une ligne d'horizon), alors la création d'un institut peut être l'occasion de rendre pérenne, claire, et affichée, une telle politique. Encore faudrait-il que la

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

direction du CNRS se l'approprie plutôt que de s'évertuer à l'ignorer, et que le ministère (qui a voulu cette création bien plus que la communauté elle-même, peu au fait des batailles de couloir, au CNRS comme ailleurs) lui donne les moyens d'exister et d'assumer pleinement son rôle. Ou il est à craindre qu'une politique jusqu'alors menée tranquillement à l'ombre du CNRS, avec des moyens certes trop limités mais au moins adéquats (notamment humains, chercheurs ET personnels ITA, mais aussi CIRM/CIMPA/IHP/IHES, délégations, programmes de coopération...), se voie asphyxiée par la double action d'une direction du CNRS occupée à recentrer ses moyens sur les mythiques laboratoires "stratégiques" (ou serait-ce propres?), alors que sa richesse est au moins autant, sinon plus, dans son tissu d'unités mixtes, et ce bien au delà des mathématiques, et d'un ministère, toujours prompt à souligner la qualité des mathématiques, mais surtout occupé à tenir une implacable logique budgétaire (où toutes les fonctions sont monotones décroissantes).

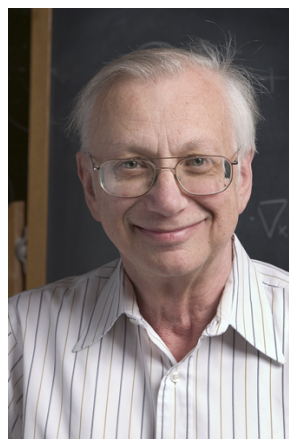
CARNET NOIR

David Gottlieb

par Christine Bernardi, Yvon Maday et Roger Temam

David Gottlieb, professeur de mathématiques appliquées à l'Université de Brown est décédé le 6 décembre 2008.

Pour beaucoup c'est bien plus qu'un collègue qui s'en est allé, c'est un véritable ami, un guide, une personnalité exceptionnelle et exemplaire.



Crédit Photo : John Abromowski
(Brown University).

David Gottlieb est né le 14 novembre 1944 à Tel Aviv, il a effectué ses études à l'Université de Tel Aviv. Très dérouté de ne pas pouvoir s'inscrire pour une licence d'histoire comme il le souhaitait, il rencontre Saul Abarbanel qui l'encourage à étudier les mathématiques. Après son PhD qu'il soutient sous sa direction,

DAVID GOTTLIEB

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

à partir de 1974, il est venu régulièrement aux Etats-Unis, où son port d'attache a été tout d'abord l'Institute for Computer Applications in Science and Engineering (ICASE) de la NASA à Langley. C'est là qu'il a commencé ses recherches sur les méthodes d'ordre élevé pour l'approximation de la solution de problèmes hyperboliques. Il a collaboré régulièrement avec les chercheurs de Langley sur des problèmes de mécanique des fluides numérique, proposant de nouvelles approches pour éviter les réflexions sur les frontières et pour approcher des solutions avec choc par des méthodes spectrales. Sa première monographie sur ces méthodes avec Steve Orszag, publiée en 1977, a permis le développement des méthodes spectrales que l'on connaît. Il a donné son premier cours sur ces méthodes en France en 1979, dans le cadre d'une école du CEA, de l'EDF et de l'INRIA, sur les Problèmes non linéaires appliqués, ce qui a donné lieu à de nombreux travaux sur les méthodes spectrales en Europe dans les années qui ont suivi. Ces méthodes sont des classiques pour les applications en turbulence, en météorologie et en mécanique des fluides complexes, et les contributions de David Gottlieb sont fondamentales dans ce domaine.

Il a enseigné au MIT et à Tel Aviv avant de rejoindre, en 1985, la Division of Applied Mathematics à l'université de Brown où il a obtenu rapidement la chaire de la fondation Ford. Il y a développé un programme de recherche ambitieux et rempli de succès en analyse numérique et en calcul scientifique pour l'approximation des solutions d'équations aux dérivées partielles.

C'est l'un des fondateurs de la conférence internationale ICOSAHOM, qui est dédiée aux méthodes d'ordre élevé en général et dont la prochaine édition se déroulera à Trondheim en juin prochain et également l'un des créateurs de la revue "Journal of Scientific Computing" dont il a été longtemps éditeur en chef.

David était membre de la prestigieuse National Academy of Sciences, il a récemment été récompensé par la "John von Neumann Lecture" du SIAM (en 2008) et on peut voir sur <http://client.blueskybroadcast.com/siam08/s7/> ce qui restera sa dernière présentation.

En 1992, David a reçu le doctorat Honoris Causa de l'Université Pierre et Marie Curie, ensuite celui de l'Université de Uppsala. Nous nous souvenons encore de son émotion lors de cette manifestation en son honneur à Paris 6, son plaisir ensuite lors de la journée scientifique organisée à cette occasion où nous avons demandé à de jeunes chercheurs de présenter leurs travaux. David avait un contact très particulier avec les jeunes, il était d'une extrême accessibilité et disponibilité, sachant encourager tous les progrès des jeunes collègues et toujours prêt à répondre aux questions mathématiques ou autres.

Pendant 11 ans David s'est battu contre un cancer avec le soutien et l'amour de sa femme, de ses enfants et petits-enfants, faisant preuve d'un courage et d'une lucidité exemplaires. Chaque année, chaque mois, chaque jour auront été une victoire sur sa maladie qu'il a su faire passer derrière tout le reste. Presque jusqu'au der-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

nier jour il est venu dans son bureau à la Division, le corps avait du mal à suivre mais son visage rayonnait toujours, sa voix était toujours ferme et son propos toujours plein d’espoir.

Le blog <https://wiki.brown.edu/confluence/display/appmath/David+Gottlieb> contient un grand nombre de témoignages qui attestent que David était bien plus qu’un grand scientifique. Il nous manque déjà.

CARNET NOIR

O.C. Zienkiewicz

par Michel Bernadou

O.C. ZIENKIEWICZ

Au moment de boucler ce numéro de Matapli, nous apprenons avec une grande tristesse le décès de Olgierd (Olek) C. Zienkiewicz le 2 janvier 2009 à Swansea.

Né le 18 mai 1921, O.C. Zienkiewicz est sans conteste l’une des personnalités les plus marquantes de l’ingénierie numérique.

Après des études primaires et secondaires en Pologne, il obtient le Bachelor, le Ph.D. puis le DSc à l’Imperial College de Londres. Il débute par un poste d’ingénieur chez “Consulting Engineers Sir Willam Halcrow & Partners” (1945-49), puis il poursuit par une carrière universitaire : “Lecturer at Edinburgh University” (1949-57), “Professor of Structural and Civil Engineering at Northwestern University, Evanston, USA” (1957-61), “Professor and Head of Civil Engineering at the University of Wales, Swansea” (1961-88) puis Professeur émérite à partir de 1988. Il était depuis 1989 le premier titulaire de la Chaire UNESCO en Méthodes Numériques de l’Ingénieur à l’Université Polytechnique de Catalogne à Barcelone.

Très tôt, O. C. Zienkiewicz développe une activité de recherche intense qu’il a poursuivie jusqu’à ces dernières années. Cette activité s’est traduite par la publication de plus de 600 articles, l’écriture ou l’édition de plus de 25 ouvrages, et l’encadrement de plus de 70 doctorants PhD qui occupent aujourd’hui des positions clés dans les milieux universitaires et industriels.

Il est considéré comme l’un des pionniers de la Méthode des Eléments Finis qu’il a fait connaître à un très large public de chercheurs et d’ingénieurs avec la publication du premier ouvrage entièrement dédié à cette méthode :

“Zienkiewicz O.C. & Cheung Y.K. (1967), The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics, McGraw-Hill, New York”.

Ce premier livre a été ensuite considérablement développé (en collaboration avec R.L. Taylor) pour prendre en compte les apports nouveaux de recherche et pour élargir les champs d’applications de la méthode. Il sert d’ouvrage de référence

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

pour une multitude de cours réalisés dans le monde entier, et il est également utilisé pour résoudre numériquement de très nombreux et difficiles problèmes d'ingénierie.

En complément à ces ouvrages, O.C. Zienkiewicz crée dès 1968, avec R.H. Gallagher, la revue "International Journal of Numerical Methods in Engineering" qui a beaucoup contribué à diffuser et conforter l'usage des méthodes numériques de conception dans l'ensemble des bureaux d'études industriels.

Au-delà de cette exceptionnelle carrière universitaire, O.C. Zienkiewicz a entretenu de multiples collaborations industrielles dans le monde entier, notamment dans les secteurs du Génie Civil et des grands barrages.

L'ensemble de ces apports a valu à O.C. Zienkiewicz une remarquable reconnaissance internationale : membre d'une dizaine d'Académies, Docteur Honoris Causa d'une trentaine d'Universités, membre du Comité éditorial d'une trentaine de revues. Depuis quelques années déjà, plusieurs Prix O.C. Zienkiewicz sont décernés à de jeunes chercheurs, marquant par là-même tout l'intérêt qu'il portait à la formation des jeunes scientifiques et à la reconnaissance des meilleurs d'entre eux.

Il convient de souligner son grand attachement à la France marqué par de nombreux séjours, notamment à l'Université Technologique de Compiègne et à l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique de Nantes. Il était également très sensible aux apports des mathématiques appliquées pour la fiabilisation et le développement de nouvelles méthodes numériques. Dans cette direction, il avait été, aux côtés de G. Duvaut et B. Fraeijs de Veubeke, conférencier principal à l'Ecole d'été CEA-EDF-INRIA "Mécanique des Milieux Continus - Eléments Finis" (1971), ce qui avait joué un rôle décisif dans l'émergence de codes Eléments Finis en France, notamment au CEA et à EDF. Il avait aussi activement participé à la dizaine de Colloques biennaux "Computing Methods in Applied Sciences and Engineering" organisés à Versailles par R. Glowinski et J.-L. Lions.

A ses exceptionnelles qualités
scientifiques et professionnelles
s'ajoutaient des qualités humaines
très appréciées, toujours
accompagnées d'un accueil
chaleureux et souriant.



Printemps des Mathématiques Yellow Sale 2009 Du 1er mars au 31 juillet 2009

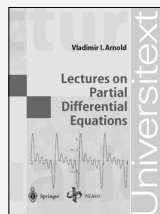
Parmi les titres soldés :



Conception optimale de structures

G. Allaire

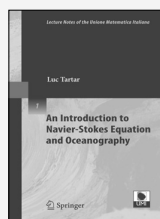
2007. XII, 280 p. 91 ill. (Collection Mathématiques et Applications Vol. 58) Broché
ISBN 978-3-540-36710-9 ► € -58
Prix Yellow Sale ► € 34,76



Lectures on Partial Differential Equations

V.I. Arnold

2004. X, 157 p. (Series Universitext) Softcover
ISBN 978-3-540-40448-4 ► € -42,15
Prix Yellow Sale ► € 21,05



An Introduction to Navier-Stokes Equation and Oceanography

L. Tartar

2006 XXVIII, 247 p. (Series Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana, Vol. 1) Softcover
ISBN 978-3-540-35743-8 ► € -42,15
Prix Yellow Sale ► € 21,05

**Plus de 300 titres en
mathématiques à des
tarifs exceptionnels !**

**Retrouvez plus d'informations sur la campagne, le catalogue complet
et la liste des libraires participants sur :**
springer.com/booksales

Pour commander, contactez votre libraire ou à défaut ► par courrier : Springer Customer Service Center • Haberstr. 7 • 69126 Heidelberg, Allemagne ► Tél. : 00800 777 46 437 n° vert gratuit ► Fax: +49 (0) 6221 - 345 - 4229 ► Email: orders-HD-individuals@springer.com • Prix TTC en France. Pour les autres pays, la TVA locale est applicable.
Les prix indiqués et autres détails sont susceptibles d'être modifiés sans avis préalable.

56227x

Du côté des industriels

par Hélène BARUCQ

Les journées MATHIAS 2008 du Groupe TOTAL

par Peppino Terpollili

DU CÔTÉ DES INDUSTRIELS

Le groupe Mathias rassemble les chercheurs de Total qui utilisent les mathématiques, les statistiques et l’informatique avancée (HPC) pour résoudre des problèmes techniques dans le domaine de l’exploration production, du raffinage et de la chimie.

L’objectif principal des journées Mathias qui sont organisées chaque année, est de réunir les différents acteurs de la recherche dans les domaines d’intérêt du groupe Mathias : les thésards et post-docs, les chercheurs académiques, les laboratoires avec qui Total collabore et les ingénieurs de Total.

L’édition 2008 s’est déroulée les 23 et 24 Octobre 2008 à Cannes. Elle aura vu la participation de près de 50 personnes et la présence de laboratoires français comme :

- le Laboratoire de Mathématiques Appliquées et la cellule Chloé de l’Université de Pau, le projet Magique 3D de l’INRIA à Pau,
- le laboratoire d’automatique de l’école des Mines de Paris, l’école des Mines d’Alès,
- l’université de Savoie,
- l’université de Provence,
- l’université de Nice,
- l’université de Paris 7
- l’IFP,
- le CERFACS.

Plusieurs institutions étrangères étaient aussi représentées : l’université Carnegie-Mellon et l’université hébraïque de Jérusalem.

Les orateurs invités étaient le Professeur Larry Biegler (université Carnegie-Mellon) Benoit Noetinger (IFP) le Professeur Josselin Garnier (université Paris 7), Serge Gratton chercheur au Cerfacs, Michel Bercovier (université hébraïque de Jérusalem), Frédéric Bonnans (X, INRIA), S Operto (université de Nice).

Les sujets abordés lors des présentations sont bien sûr reliés aux grands enjeux des activités que mène la société Total :

DU CÔTÉ DES INDUSTRIELS

- pour l’amont les exposés ont porté sur la sismique passive, la simulation et le calcul haute performance et le problème inverse. Différentes problématiques gisement ont été abordées comme la récupération chimique, les schémas numériques, les solveurs, les transferts de chaleur en milieu poreux,
- pour le raffinage et la chimie, on retrouve le besoin d’améliorer nos opérations de mélanges, de séparations ainsi que de maîtriser et contrôler plus efficacement les productions mais aussi les enjeux de la CFD et les nouvelles ambitions pour son développement.

Dans la suite nous donnons quelques exemples de travaux présentés.

L’édition 2008 avait pour thème directeur l’optimisation, aussi bien pour traiter le problème inverse de la sismique, que l’optimisation des procédés en chimie. Serge Gratton a présenté des travaux d’optimisation comme fondement au développement d’un solveur GMRES pour résoudre des systèmes de grande taille. L’application à la sismique passe par la résolution de l’équation de Helmholtz. Larry Biegler nous a montré comment on pouvait résoudre des problèmes d’optimisation non linéaire de grandes tailles afin d’améliorer certains procédés en chimie. Frédéric Bonnans nous a présenté un problème de renforcement d’un réseau de distribution de gaz qui se formalise par un problème d’optimisation non convexe où le temps de calcul est une vraie barrière. Il utilise une relaxation continue et une heuristique de type branch and bound pour trouver une solution possible.

L’équipe de Géoscience Azur représentée par R Brossier et Stéphane Operto nous a présenté des travaux récents sur le problème de l’inversion sismique qui améliore notablement les résultats obtenus dans les années 90. A la suite des travaux de Pratt et Worthington la clef est de travailler dans le domaine fréquentielle, l’acquisition des données avec grand déport permettant de minimiser le nombre de fréquences utilisées.

L’exposé de Josselin Garnier portait sur la sismique passive où l’on utilise la corrélation de signaux bruités pour obtenir des informations sur les fonctions de Green entre 2 capteurs. Plusieurs exposés ont porté sur la modélisation en sismique, appliquée éventuellement à la migration.

D’autres exposés ont traité des écoulements multi phases multi composants en milieux poreux avec éventuellement une équation d’énergie. La maîtrise de ces types d’écoulements est cruciale pour améliorer nos techniques de production et rendre possible l’exploitation des huiles lourdes.

L’exposé de Benoit Noetinger a souligné que la description des caractéristiques physiques des gisements est multi échelle et très souvent obtenu avec des outils géostatistiques. L’enjeu est alors de maîtriser les paramètres des modèles afin de

DU CÔTÉ DES INDUSTRIELS

rendre possible la prévision des performances du gisement.

Un exposé a présenté le nouveau projet à Total de développement d’un simulateur maison et l’exposé de Florence Hubert, université de Provence, a recensé divers schémas de volumes finis pour des problèmes elliptiques.

Les exposés de mécanique des fluides nous ont montré l’utilisation de la CFD au raffinage et en chimie ainsi que des nouvelles applications pour le contrôle des fours de cracking par exemple.

Pour le raffinage, les séquences d’approvisionnement en pétrole brut ainsi que les opérations de mélanges des produits de base pour obtenir des carburants respectant les spécifications réglementaires sont cruciales pour l’efficacité des sites de production.

Un premier exposé réalisé par un post doc à Carnégie-Mellon, présentait l’avancée des recherches en programmation des opérations de mélanges en utilisant des techniques d’optimisation mixte avec des variables entières et continues. Une nouvelle paramétrisation des données a permis d’atteindre des temps de calcul raisonnable en réduisant la combinatoire du problème.

Nicolas Petit de l’école des Mines de Paris, a montré comment des résultats tels que le lemme de Farkas et le principe d’invariance de Lasalle ont permis d’améliorer notablement l’outil maison Anamel, utilisé pour le mélange des bases dans nos raffineries.

Philippe Bolon de l’université de Savoie a fait un compte rendu du SIGGRAPH avec les applications possibles au traitement d’image au sein de Total.

Enfin Michel Bercovier nous a présenté des travaux sur la simulation dynamique pour les films d’animation, où l’on voit de belles mathématiques utilisées pour faire rêver.

Le programme chargé de ces journées a permis de couvrir une partie seulement de la recherche en cours relevant des sujets du groupe Mathias.

Pour l’ensemble des exposés portant sur les problèmes de l’exploration production, du raffinage et de la chimie la problématique du HPC est posée. Cela conduira à des initiatives au cour de l’année 2009.

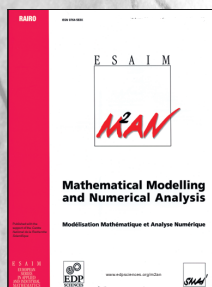
Les échanges entre les participants ont conduit à approfondissement des sujets et ont suggéré des pistes permettant un réel effort transverse entre les branches du groupe tel le HPC ou le développement des solveurs ou encore la résolution de l’équation des ondes.

Ces journées permettent aussi de renforcer les liens entre le monde académique et Total.

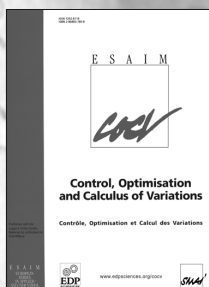
Cette année encore le beau soleil de Cannes a rendu plus agréables encore ces deux journées de travail intenses.



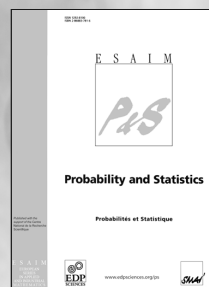
mathematics



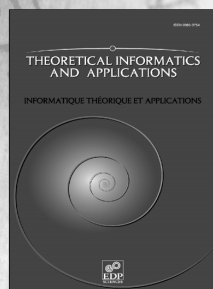
www.esaim-m2an.org



www.esaim-cocv.org



www.esaim-ps.org



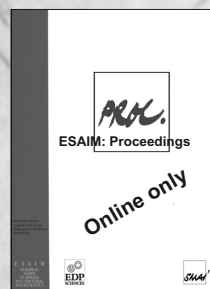
www.rairo-ita.org



www.rairo-ro.org



www.quadrature-journal.org



www.esaim-proc.org

www.edpsciences.org

Comptes Rendus de Manifestations

RENCONTRE "APPROXIMATION, MODELISATION GEOMETRIQUE
ET APPLICATIONS" CIRM, LUMINY, 24-28 NOVEMBRE 2008.

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

Cette rencontre était organisée dans le cadre du groupe AFA de la SMAI par Bernd Beckermann (Lille 1), Jean-Daniel Boissonnat (INRIA Sophia), Albert Cohen (Paris 6) et Marie-Laurence Mazure (Grenoble 1).

Elle a rassemblé près d'une soixantaine de participants, autour de thèmes variés relevant des activités du groupe AFA - approximation complexe, géométrie algorithmique, traitement d'image, maillage et CAGD - l'un des objectifs principaux étant de favoriser les interactions entre ces différentes activités et d'augmenter leur visibilité au sein des mathématiques appliquées françaises. Les participants venaient principalement de départements universitaires, mais aussi de laboratoires industriels et de l'INRIA.

Voici un aperçu des sujets abordés lors des différents exposés et posters.

1. Traitement du signal et de l'image :

Un panorama des techniques de chemin minimaux en traitement d'image a été proposé par L. Cohen avec des applications en imagerie biomédicale. Les techniques d'approximation creuses dans des dictionnaires et leur performance en moyenne ont été abordés dans les exposés de M. Nikolova et F. Malgouyres. Les posters de K. Dadourian, D. Yanez et M. Villanueva ont proposé et étudiés des méthodes de décompositions multirésolution nonlinéaires qui s'appliquent naturellement à l'analyse du signal et de l'image. G. Peyré a proposé une nouvelle transformée en "groupes" permettant l'analyse et la synthèse de texture. L'exposé de L. Moisan a montré que dans le cadre Bayésien avec une loi a-priori basée sur la variation totale, il est possible de remplacer l'estimateur MAP par un estimateur de moindre carré, débouchant sur une amélioration du débruitage d'image. En traitement du signal, S. Meignen a proposé une notion de décomposition en mode empiriques dans laquelle les instabilités de l'algorithme existant sont éliminés.

2. Outils de théorie de l'approximation :

Des outils centraux en théorie de l'approximation tels que les différences finies, ondelettes et splines ont été revisités dans plusieurs exposés. Ainsi T. Lyche a proposé pour les différences finies des extensions de la formule de Faà di Bruno en lien avec des structures combinatoires. E. Nyiri, P. Auquier et O. Gibaru ont proposé des interpolations splines basées sur la minimisation de la norme L_1 . Des ondelettes adaptées à la décomposition de Helmholtz ont été introduites dans l'exposé de V. Perrier.

3. Approximation complexe et rationnelle :

Dans le domaine de l'approximation dans le plan complexe et plus particulièrement de l'approximation rationnelle, la rencontre a permis de discuter d'avancées théoriques importantes ainsi que de multiples applications. Bien que l'algorithme de

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

Schur pour la construction d'approximants rationnels sous contraintes soit bien connu, de multiples questions restent ouvertes en ce qui concerne sa généralisation aux approximants multi-points. L. Baratchart a présenté des résultats d'asymptotique forte, généralisant ceux obtenus par Khrushchev dans une publication récente marquante. Les exposés de M. Yattselev M. Derevyagin ont apporté des résultats nouveaux concernant les interpolants rationnels. A. Matos a parlé de la réduction du phénomène de Gibbs, avec une étude d'erreur reposant sur la théorie du potentiel logarithmique. J. Leblond a montré comment les techniques d'approximation dans le plan complexe servent à localiser des singularités dans des domaines tri-dimensionnels, avec une application aux problèmes inverses d'électro-encéphalographie et magnétoencéphalographie en ingénierie médicale. Des applications prometteuses des techniques d'approximation complexe en algèbre linéaire numérique ont été abordées dans les exposés d'A. Gryson (convergence superlinéaire de la méthode ADI) et B. Beckhermann (calcul de fonctions de matrices).

4. Maillage :

La génération de maillages a été abordée par P. Alliez, J-D. Boissonnat et J-P. Pons. P. Alliez a montré comment approcher une surface triangulée par des quadrilatères. La méthode utilise des techniques de ce qui est appelé aujourd'hui la géométrie différentielle discrète. J-D. Boissonnat a introduit une nouvelle définition des maillages anisotropes et montré comment les calculer en toutes dimensions par une extension de la technique de raffinement de la triangulation de Delaunay. Les exposés de J-M. Mirebeau, A. Cohen, L. Cohen et G. Peyré donnant d'autres points de vue sur ce sujet important, ont conduit à d'intéressantes interactions. J-P. Pons a présenté des applications de maillages en dimensions 3 et 4 à la modélisation de scènes à partir de photographies ou de séquences vidéos.

5. Géométrie et topologie algorithmique :

Le domaine de la topologie algorithmique a été abordé par D. Attali, F. Chazal et A. Lieutier. La persistance topologique est un sujet en plein développement. D. Attali a montré comment l'utiliser pour simplifier des fonctions définies sur des surfaces triangulées en temps linéaire. Une question voisine a été abordée par F. Chazal. Comment approcher le diagramme de persistance d'une fonction définie sur un espace métrique mais connue uniquement en un nombre fini de points ? Ces résultats ont des applications en classification et en analyse de réseaux de capteurs. A. Lieutier a présenté un cadre général, s'appuyant sur l'analyse non lisse, qui permet d'approcher des propriétés topologiques et géométriques d'une classe très large de compacts non lisses connus par un échantillon bruité.

Le lien entre géométrie algorithmique, géométrie algébrique et calcul formel a été présenté par S. Lazard qui a présenté un ensemble de résultats sur la visibilité, les diagrammes de Voronoï de droites et l'intersection de quadriques en dimension 3. S. Petitjean a utilisé la théorie des invariants des faisceaux de coniques pour caractériser la position relative de deux coniques projectives. Enfin, F. Cazals a montré différents problèmes géométriques en biologie structurale, notamment le docking et la sélection de conformères. Il y a là tout un champ d'étude largement inexploré.

Communiqué par Albert Cohen.

Le logo du CNRS est-il convexe ?

par Didier Henrion^{1,2}

Résumé

En octobre 2008 le CNRS adopte un nouveau logotype à la forme arrondie. Nous étudions la représentation mathématique de cette forme, et en particulier sa convexité.

1 Introduction

En octobre 2008 le CNRS adopte une nouvelle identité visuelle, avec un logotype radicalement modifié, caractérisé en ces termes [9] : “Les lettres de son sigle [...] sont inscrites dans une forme arrondie et compacte qui exprime l’unité que conservera le nouveau CNRS. Pas tout à fait ronde, novatrice, la forme du logo figure le processus même de la recherche, toujours en devenir, et évoque la matière mise à la disposition de nos chercheurs par notre planète. Une matière malléable, prête à se livrer aux expertises de la recherche scientifique comme la motte de terre glaise dans les mains du sculpteur”, voir la figure 1. Pour une interprétation d’un autre registre, dans le contexte politique actuel, voir également [8].

En tant qu’utilisateur de techniques de programmation mathématique et d’optimisation [6], j’ai été souvent confronté à des formes géométriques similaires, voir par exemple la figure 2.

En optimisation, il est particulièrement souhaitable que ces ensembles soient **convexes**, voir par exemple [3], [5] ou [4] pour plus de détails. Un ensemble est dit convexe lorsque, pour tout couple de points choisis dans l’ensemble, le segment reliant les points y est entièrement contenu. Toutes les formes de la figure 2 sont convexes. Un exemple classique d’ensemble non-convexe est la lune ou croissant apparaissant, entre autres, sur le drapeau de la Turquie.

La question qui m’est venue à l’esprit à la vision de la figure 1 est donc la suivante :

Le logo du CNRS est-il convexe ?

2 Courbes de Bézier

La courbe du logotype a été dessinée par un graphiste à l’aide du logiciel Adobe Illustrator, développé par l’entreprise américaine Adobe Systems. Ce logiciel de création graphique permet de générer des images vectorielles constituées de courbes

¹LAAS-CNRS, Université de Toulouse, France

²Faculté de Génie Electrique, Université Technique Tchèque de Prague, République Tchèque

Le logo du CNRS est-il convexe ?



FIG. 1 – Logotype du CNRS à la forme arrondie.

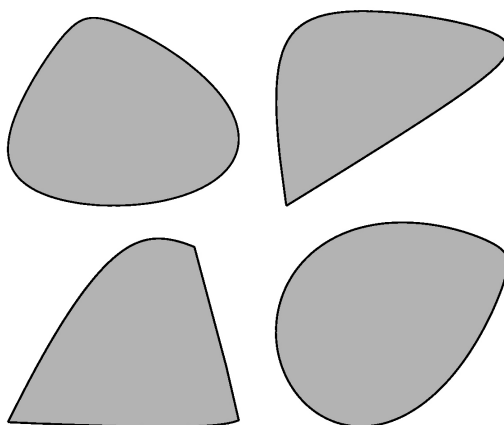


FIG. 2 – Formes géométriques convexes.

à l’aspect modulable grâce à l’outil “plume” permettant de placer des points d’ancrage et des tangentes. Un des avantages des images vectorielles est qu’elles ne sont pas dépendantes de la résolution, c’est-à-dire qu’elles ne perdent pas en qualité si on les agrandit.

Dans Adobe Illustrator l’élément de base est la courbe de Bézier cubique, implémenté via la commande `curveto` du langage PostScript [1, page 564], le format natif des documents générés par les logiciels d’Adobe. Les courbes de Bézier sont des courbes polynomiales paramétriques utilisées à l’origine au début des années 1960 par l’ingénieur français Pierre Bézier pour la conception de pièces d’automobile chez Renault. Une représentation efficace de ces courbes a été proposée par le mathématicien et physicien français Paul de Faget de Casteljau, alors qu’il travaillait pour Citroën.

Une courbe de Bézier cubique est définie par quatre points de contrôle P_0 , P_1 , P_2 et P_3 . La courbe se trace en partant du point P_0 dans la direction du point P_1 , et en arrivant au point P_3 dans une direction venant du point P_2 . En général, la courbe ne passe ni par P_1 ni par P_2 , voir la figure 3 pour quelques illustrations, et par exemple [7, Chapitre 4] pour un traitement rigoureux.

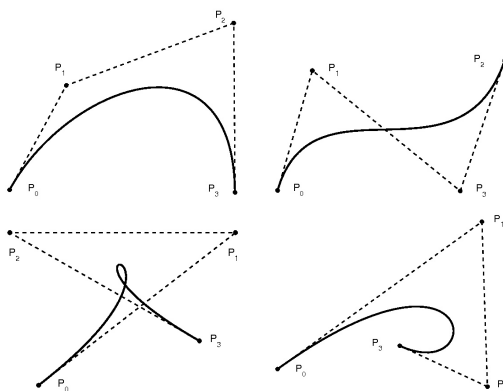


FIG. 3 – Courbes de Bézier cubiques.

L’exploration du fichier source PostScript du logotype du CNRS montre que la forme est générée par 11 instructions `curveto`, c’est-à-dire 11 courbes de Bézier cubiques consécutives avec 33 points de contrôle, voir la figure 4.

3 Convexité du logotype

Afin d’étudier la convexité du logotype du CNRS, il faut donc étudier la convexité des courbes de Bézier qui le composent.

Etant donnés deux points P_i et P_j , notons $[P_i, P_j]$ le segment les reliant. Etant donnée une séquence ordonnée de points $P_0, P_1, P_2, \dots, P_N$, notons $[P_0, P_1, P_2, \dots, P_N, P_0]$ le polygone formé par les segments $[P_0, P_1]$, $[P_1, P_2]$, $\dots$, et $[P_N, P_0]$.

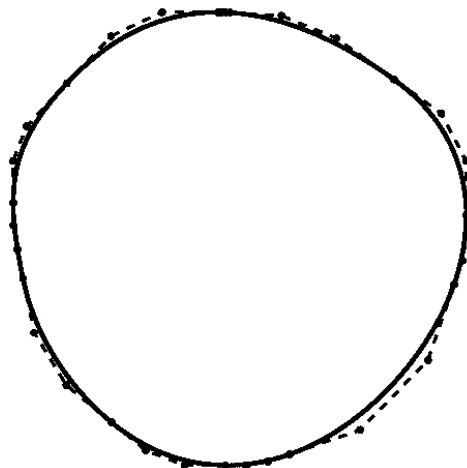


FIG. 4 – Forme du logo constituée de 11 courbes de Bézier cubiques et 33 points de contrôle.

Notons C^0 la courbe de Bézier de points de contrôle P_i , $i = 0, 1, 2, 3$. Notons B^0 l'ensemble délimité par C^0 et le segment $[P_0, P_3]$. Notons P^0 le polygone $[P_0, P_1, P_2, P_3, P_0]$, un quadrilatère pouvant être non-convexe, voir la figure 3.

Lemme 1 B^0 est convexe si et seulement si P^0 est convexe.

Preuve : Elle découle de l'algorithme récursif de construction proposé par de Casteljau et décrit par exemple dans [7, Section 4.1], voir la figure 5. Pour un paramètre $u \in [0, 1]$ on définit les points $Q_i = uP_i + (1 - u)P_{i+1}$, $i = 0, 1, 2$ puis les points $R_i = uQ_i + (1 - u)Q_{i+1}$, $i = 0, 1$. Le segment $[R_0, R_1]$ est alors tangent à la courbe C^0 au point $S = uR_0 + (1 - u)R_1$. La courbe est constituée de l'ensemble de ces points de tangence lorsque u varie entre 0 et 1. Si le polygone P^0 est convexe, alors par construction le segment tangent ne coupe jamais la courbe, quelque soit u , ce qui implique la convexité de l'ensemble B^0 . Inversement si B^0 est convexe, alors le segment tangent ne coupe jamais B^0 , et donc le quadrilatère P^0 est convexe. $\square$

Pour $k = 1, \dots, N$ notons à présent C^k la courbe de Bézier numéro k , de points de contrôle P_i^k , $i = 0, \dots, 3$. Supposons que les N courbes soient reliées de telle sorte que $P_3^k = P_0^{k+1}$ et $P_3^N = P_0^1$, et notons B l'ensemble délimité par la courbe fermée résultante. Finalement, notons P le polygone $[P_0^1, P_1^1, P_2^1, P_3^1, P_1^2, P_2^2, P_3^2, \dots, P_2^N, P_0^1]$.

Lemme 2 B est convexe si et seulement si P est convexe.

Preuve : Au point de liaison entre deux courbes convexes C^k et C^{k+1} , trois configurations sont possibles :

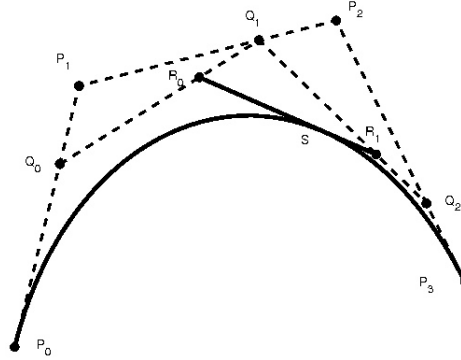


FIG. 5 – Courbe de Bézier convexe et sa tangente (traits pleins) construite par l’algorithme de de Casteljau.

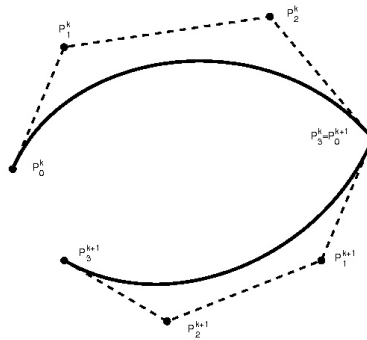


FIG. 6 – Liaison convexe non-lisse.

1. le segment $[P_2^k, P_1^{k+1}]$ coupe les courbes C^k et C^{k+1} , auquel cas l’ensemble délimité par les courbes et le segment $[P_0^k, P_3^{k+1}]$ est convexe mais non-lisse au point de liaison, voir la figure 6 ;
2. le segment est tangent aux deux courbes, auquel cas les points $P_2^k, P_3^k = P_0^{k+1}$ et P_1^{k+1} sont alignés et la liaison entre les courbes est lisse, voir la figure 7 ;
3. le segment ne coupe pas les courbes, auquel cas l’ensemble délimité est non-convexe et non-lisse au point de liaison, voir la figure 8.

La convexité de P implique la convexité de chaque quadrilatère de contrôle, et donc la convexité de chaque cubique C^k . De plus, la convexité de P implique que l’on ne peut pas se trouver dans la troisième configuration ci-dessus, et donc que l’ensemble B délimité par les courbes est convexe. Inversément, la convexité de B implique la convexité de chaque courbe C^k , de leurs liaisons et donc du polygone

Le logo du CNRS est-il convexe ?

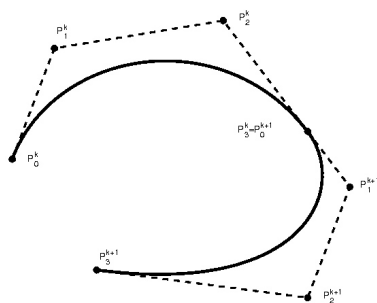


FIG. 7 – Liaison convexe lisse.

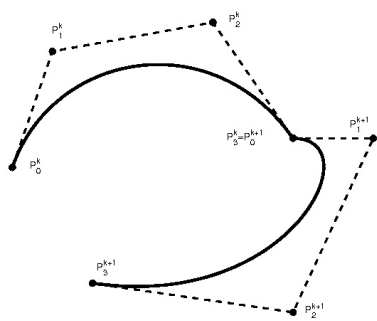


FIG. 8 – Liaison non-convexe non-lisse.

Le logo du CNRS est-il convexe ?

P.□

Pour répondre à la question de la convexité du logo du CNRS, il faut donc étudier la convexité de son polygone de contrôle. Ce polygone comporte 33 points. Pour savoir s’il est convexe, j’ai déterminé quels sont les sommets de son enveloppe convexe (le plus petit ensemble convexe contenant le polygone), à l’aide de l’algorithme décrit dans [2] et interfacé dans le logiciel de calcul scientifique Matlab. Il s’avère que seulement 26 points sur 33 génèrent l’enveloppe convexe, voir la figure 9, d’où la conclusion :

Le logo du CNRS n’est pas convexe.

Je m’abstiendrai de tirer une quelconque morale de cette observation, ou d’essayer d’en donner une interprétation sémiologique comme dans [8].

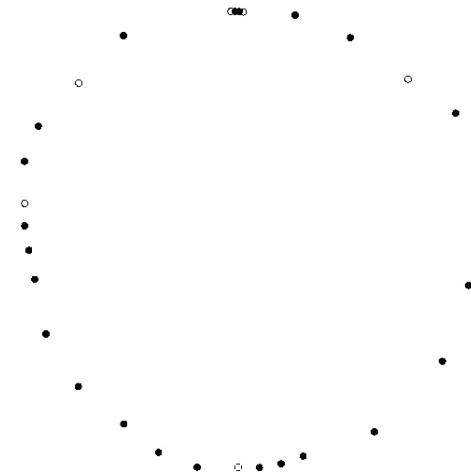


FIG. 9 – Points de contrôle de l’enveloppe convexe (disques noirs) et points de liaison responsables de la non-convexité (disques blancs).

Les 11 quadrilatères de contrôle des courbes de Bézier sont tous convexes, mais 7 points de liaison sont disposés comme sur la figure 8.

Cependant, en pratique, les points du logo sont presque alignés, et l’effet de non-convexité est beaucoup plus faible que sur la figure 8. Ainsi, il ne semble pas possible de détecter à l’oeil nu la non-convexité et la nature non-lisse de la courbe, voir la figure 4.

L’expression mathématique exacte de la frontière du logo du CNRS est celle d’une courbe cubique convexe par morceaux, mais globalement non-convexe. En déplaçant légèrement les 7 points de contrôle il est possible d’assurer des liaisons lisses et convexes, tout en préservant l’aspect global du logo. Une autre possibilité consiste à générer une courbe de Bézier convexe de degré 25 en ne gardant que les 26 points de contrôle de l’enveloppe convexe.

Remerciements

Je remercie cordialement Anne-Solweig Gremillet de la Direction de la Communication du CNRS pour m’avoir procuré très rapidement le logotype du CNRS sous format électronique, ainsi que Dominique Daurat du Service de Documentation-Edition du LAAS-CNRS pour son aide avec le format du fichier. Merci également à Jean-Baptiste Hiriart-Urruty pour ses commentaires et sa suggestion de modifier légèrement le logo pour qu’il devienne de largeur constante.

Références

- [1] Adobe Systems Inc. “PostScript language reference”, 3ème édition. Addison-Wesley, 1999.
- [2] C. B. Barber, D. P. Dobkin, H. T. Huhdanpaa “The quickhull algorithm for convex hulls”, *ACM Trans. Math. Software*, 22(4), pp. 469-483, 1996.
- [3] A. Ben-Tal, A. Nemirovski “Lectures on modern convex optimization”, SIAM, 2001.
- [4] M. Berger, P. Damphousse “Convexité dans le plan, dans l’espace et au delà : de la puissance et de la complexité d’une notion simple”, Tomes 1 et 2, Collection Opuscules, Ellipses, 2006.
- [5] S. P. Boyd, L. Vandenberghe “Convex optimization”, Cambridge University Press, 2005.
- [6] J. B. Hiriart-Urruty “L’optimisation”, Collection “Que sais-je?”, Presses Universitaires de France, 1996.
- [7] M. E. Mortenson “Geometric modeling”, 2ème édition. Wiley, 1997.
- [8] E. Saint-James “Le nouveau logo du CNRS, petite analyse sémiologique”, posté sur le site de l’Association “Sauvons la recherche” le 7 octobre 2008.
- [9] C. Zeitoun “Une nouvelle identité visuelle pour le CNRS”, *Le Journal du CNRS*, 225, p. 34, octobre 2008.

Un problème de restauration des vieux films : la correction du “flicker”.

par Julie Delon¹ et Agnès Desolneux²

¹ : LTCI, Télécom Paris (CNRS UMR 5141) 46 rue Barrault, 75634 Paris cedex 13, julie.delon@enst.fr

² : MAP5 (CNRS UMR 8145), Université Paris Descartes, 45 rue des Saints-Pères, 75270 Paris cedex 06, agnes.desolneux@parisdescartes.fr

Remerciements :

- Ce travail a été financé par un projet jeunes chercheurs du GDR ISIS. Il a également été soutenu par l’Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du projet FREEDOM (ANR07-JCJC-0048-01), “Films, REstauration Et DONnées Manquantes”.

- Cet article est une version légèrement modifiée de celui paru dans les actes du colloque “Méthodes mathématiques pour l’image”, Orléans 1-3 avril 2008.

1 Introduction

Le papillonnage ou *flicker* est un artefact présent dans les vieux films, mais aussi dans de nombreuses vidéos (vidéo amateur, ou vidéo-surveillance). Il se caractérise par des variations brutales de contraste et/ou de luminosité d’une image à l’autre. Les causes principales du *flicker* présent dans les vieux films sont la dégradation chimique du support et le fait que lorsque la pellicule du film était entraînée manuellement, le temps d’exposition n’était pas toujours le même d’une image à l’autre. Le phénomène de *flicker* observé dans certaines vidéos récentes vient principalement d’un problème de mauvais (ou faible) échantillonnage en temps (c’est à dire que la durée du temps entre la prise de deux images successives n’est pas constante). Contrairement à d’autres artefacts observés dans les vieux films (rayures, poussières, etc.), le *flicker* ne fait pas apparaître de nouvelles structures saillantes dans les images. Sa particularité est donc d’être transparent, voire quasiment “invisible” sur une seule image. Seul le visionnage des images successives du film permet de se rendre compte de sa présence. Ceci est illustré par la Figure 1(a), sur quelques images tirées d’un vieux film. Les méthodes de correction du *flicker* doivent par conséquent impérativement utiliser la comparaison avec les images suivantes et précédentes du film. En aucun cas, la restauration ne peut se faire pour chaque image indépendamment des autres, ce qui n’est pas le cas de tous les problèmes de restauration de films - certaines méthodes de débruitage, par exemple, peuvent donner des résultats satisfaisants en agissant image par image.

Le *flicker* peut affecter de façon globale toute une image, mais il peut aussi être localisé seulement sur une partie de l’image. Au centre de la Figure 1(b), on peut

Un problème de restauration des vieux films

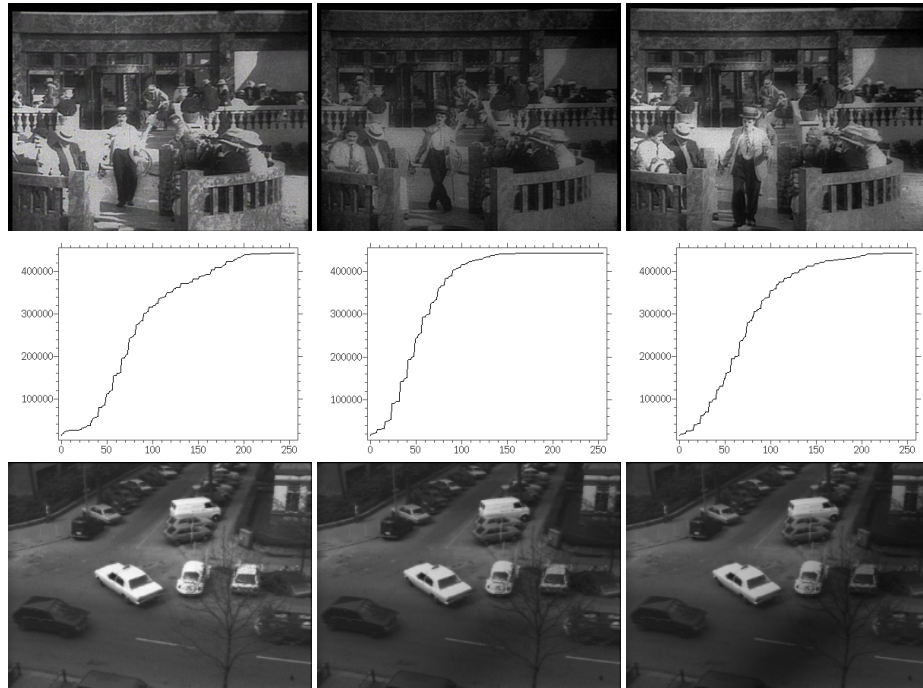


FIG. 1 – (a) Trois images du film *The Cure* de Charlie Chaplin et leurs histogrammes cumulés. Un fort papillonnage global affecte la séquence. (b) De gauche à droite : une image de la séquence *taxi*, la même image que l’on a altérée par un voile sombre bien localisé, et enfin la même image dans laquelle le voile sombre a été accentué pour faciliter la visualisation.

observer une image de la séquence *taxi*, altérée par un voile sombre qui traverse l’image en diagonale. Ce voile est difficilement perceptible sur une image isolée, mais devient extrêmement gênant s’il se déplace lorsqu’on visualise le film en mouvement. On parle alors de *flicker* local. Ainsi, les méthodes de correction du *flicker* peuvent se ranger en deux catégories : celles qui cherchent à résoudre le problème de façon globale et celles qui cherchent à le résoudre de façon locale. Les méthodes globales ont généralement l’avantage d’être robustes aux différents mouvements, tremblements ou bruits éventuels. Les méthodes locales quant à elles peuvent prendre en compte des changements de contraste locaux, mais elles sont alors *a priori* dépendantes de l’estimation du mouvement (voir Figure 2). Le mouvement est en effet une des principales difficultés dans le problème de correction du *flicker* : en première approximation, la variation de niveau de gris d’un pixel au cours du temps peut-être soit due au *flicker* (et il faut alors la corriger), soit due au mouvement (voir la Figure 2) et c’est alors une variation “normale” qu’il faut conserver. Observons que d’autres défauts, comme par exemple les

poussières, rayures ou tremblements, inhérents aux films anciens, peuvent entraîner la correction du *flicker*.



FIG. 2 – Exemple “jouet” d’un film affecté d’un *flicker* global. Un pixel de l’image peut voir son niveau de gris fluctuer dans le temps. Certaines variations de niveau de gris sont dues au *flicker*, mais d’autres peuvent être dues au mouvement (ce qui est par exemple le cas d’un pixel au centre de l’image, et sur lequel le personnage va passer).

2 Une revue des méthodes de réduction du flicker

2.1 Quelques notations et définitions

Dans toute la suite, on adoptera les notations suivantes : t et s seront des variables de temps et x, y des variables spatiales. Le film dégradé sera noté $u = (u_t(x))$ où u_t est l’image à l’instant t . On notera Ω le domaine de définition des images, en général un domaine rectangulaire du plan $\mathbb{R}^2$ ou de $\mathbb{Z}^2$ (dans le cas des images discrètes). Nous considérerons uniquement ici le cas de films en noir et blanc, ce qui veut dire que chaque image u_t est vue comme une fonction définie sur Ω et à valeurs dans $\mathbb{R}_+$. Le film original, qui lui est non observé, est noté u^0 .

Dire qu’une image u_t subit un *changement de contraste* veut dire qu’elle est changée en $g(u_t)$ où g est une fonction croissante de $\mathbb{R}_+$ dans lui-même. Un pixel x de l’image u_t voit son niveau de gris $u_t(x)$ être transformé en $g(u_t(x))$. Ainsi qu’on peut le voir sur la Figure 3, un changement de contraste ne change pas le contenu “géométrique” d’une image, c’est-à-dire que la *carte topographique* de l’image n’est pas modifiée. Cette dernière est définie comme la réunion des frontières des ensembles de niveau inférieurs ou supérieurs de l’image u_t , respectivement donnés par :

$$\chi_\lambda(t) = \{x \in \Omega \text{ tel que } u_t(x) \geq \lambda\} \text{ et } \chi^\lambda(t) = \{x \in \Omega \text{ tel que } u_t(x) \leq \lambda\}.$$

Lors d’un changement de contraste, les ensembles de niveau sont préservés dans leur ensemble (un ensemble de niveau λ pour u_t devient un ensemble de niveau $g(\lambda)$ pour $g(u_t)$).

On dira que g est un *changement de contraste affine* s’il est de la forme $g(\lambda) = a\lambda + b$ avec a, b réels et $a > 0$.

Etant donnée u_t une image du film, on notera h_t son histogramme, c’est à dire la distribution de ses valeurs de niveau de gris, et H_t son histogramme cumulé. Dans le cas d’une image discrète, définie sur une grille Ω de N^2 pixels et à valeurs



FIG. 3 – Une image u et la même image après un changement de contraste adéquat. Le contenu géométrique de l’image n’est pas modifié.

dans $\{0, \dots, L\}$, l’histogramme cumulé $H_t : \{0, \dots, L\} \rightarrow \{0, \dots, N^2\}$ est donné par :

$$H_t(\lambda) = |\{x \in \Omega | u_t(x) \leq \lambda\}|,$$

où $|\cdot|$ désigne le cardinal d’un ensemble. Cette définition conduit aux interprétations suivantes :

- Soit $x \in \Omega$, alors $H_t(u_t(x))$ est le *rang* de x , lorsque les niveaux de gris de u_t sont ordonnés de façon croissante.
- Soit k entier, alors $H_t^{-1}(k) = \min\{\lambda ; H_t(\lambda) \geq k\}$ est le niveau de gris du pixel de rang k .
- Soit G une fonction discrète strictement croissante sur $\{0, \dots, L\}$. Alors l’image $v_t = G^{-1} \circ H_t(u_t)$ est une image obtenue par changement de contraste sur u_t (elle a donc la même géométrie, c’est à dire les mêmes lignes de niveau que u_t). Si l’on suppose de plus que H_t est surjectif ¹, l’histogramme cumulé de v_t est donné par la fonction G . On peut donc, par un changement de contraste adéquat, transformer la distribution de niveaux de gris d’une image en celle d’une autre image quelconque.

Comme nous l’avons déjà mentionné, les articles traitant du *flicker* peuvent se classer en première approximation en deux catégories : ceux qui considèrent le *flicker* comme étant un phénomène global, et ceux qui le considèrent comme un phénomène local n’agissant pas de manière uniforme sur toute l’image.

2.2 Méthodes globales

Une des hypothèses les plus simples que l’on puisse faire sur le *flicker* est qu’il dégrade chaque image du film de manière affine, c’est à dire que $u_t = \alpha_t u_t^0 + \beta_t$ où α_t et β_t sont des constantes inconnues et qui dépendent uniquement de t . Pour le corriger, il est proposé dans [5] d’appliquer à u_t un changement affine de niveaux

¹En réalité, cette hypothèse n’est quasiment jamais vérifiée, et l’histogramme cumulé de $G^{-1} \circ H_t(u_t)$ sera seulement très proche de G , ce qui est suffisant en pratique.

de gris qui ajuste la moyenne et la dynamique de u_t sur celle de u_{t-1} . Malheureusement, ce modèle de dégradation est souvent trop loin de la réalité, et l’aspect récursif de la méthode la rend instable (problèmes d’initialisation, dérivée en temps).

Observons qu’il serait naturel d’attendre d’une méthode de correction du *flicker* qu’elle ait des propriétés d’invariance par rapport au temps : en particulier qu’elle soit indépendante de l’origine du temps t (invariante par $t \rightarrow t + t_0$), mais aussi qu’elle soit indépendante du sens de projection du film (invariante par $t \rightarrow -t$). Afin de prendre en compte ces considérations et d’étendre la correction des changements de contraste quelconques, les auteurs de [10] proposent d’égaliser le contraste (c’est-à-dire la distribution des niveaux de gris) de l’image u_t sur un histogramme moyen calculé à partir de l’histogramme de u_t et de ceux de ses images voisines dans le temps. Si l’idée de régulariser le contraste dans le temps est bonne, moyenner directement des histogrammes entre eux n’est pas toujours satisfaisant et peut conduire à créer des artefacts. La section suivante présente plus en détails les liens entre changement de contraste et égalisation d’histogrammes, ainsi que la “bonne manière” de moyenner des histogrammes.

2.3 Egalisation de contraste et moyenne d’histogrammes

Avant de moyenner le contraste de toute une séquence d’images, commençons par regarder le cas de deux images. Soient donc u_1 et u_2 deux images discrètes définies sur une grille Ω de N^2 pixels, et à valeurs dans $\{0, \dots, L\}$. Afin de moyenner le contraste de u_1 et u_2 , on pourrait simplement appliquer à chaque image un changement de contraste qui amènerait son histogramme de niveaux de gris sur l’histogramme moyen $(h_1 + h_2)/2$. Mais ceci n’est pas satisfaisant. Prenons l’exemple d’un histogramme unimodal (par exemple gaussien) pour u_1 , centré en une certaine valeur m_1 , et d’un histogramme unimodal pour u_2 , centré en $m_2 \neq m_1$. L’histogramme moyen serait alors une distribution contenant deux modes, l’un en m_1 et l’autre en m_2 , alors qu’il serait beaucoup plus naturel d’obtenir un histogramme unimodal centré en $(m_1 + m_2)/2$. Comme l’a montré J. Delon dans [7], la “bonne” méthode pour faire correctement l’égalisation est la suivante : on note H_i les histogrammes cumulés discrets respectifs, et on appelle *distribution mi-chemin* ou *midway* entre H_1 et H_2 la fonction

$$H_{1/2} = \left(\frac{H_1^{-1} + H_2^{-1}}{2} \right)^{-1}.$$

Les propriétés de cette distribution mi-chemin sont alors :

- les images $H_{1/2}^{-1} \circ H_1(u_1)$ et $H_{1/2}^{-1} \circ H_2(u_2)$ ont le même histogramme cumulé $H_{1/2}$.
- s’il existe une image u_0 telle que $u_1 = f(u_0)$ et $u_2 = g(u_0)$ avec f et g croissantes (c’est à dire f et g sont des changements de contraste), alors $H_{1/2}$ est l’histogramme cumulé de $(u_1 + u_2)/2$.
- action sur les ensembles de niveau : les niveaux de gris de même rang dans les deux images sont moyennés entre eux.

Remarque : En pratique, pour égaliser les histogrammes de deux images, on peut par exemple créer deux vecteurs de longueur N^2 contenant les niveaux de gris

Un problème de restauration des vieux films

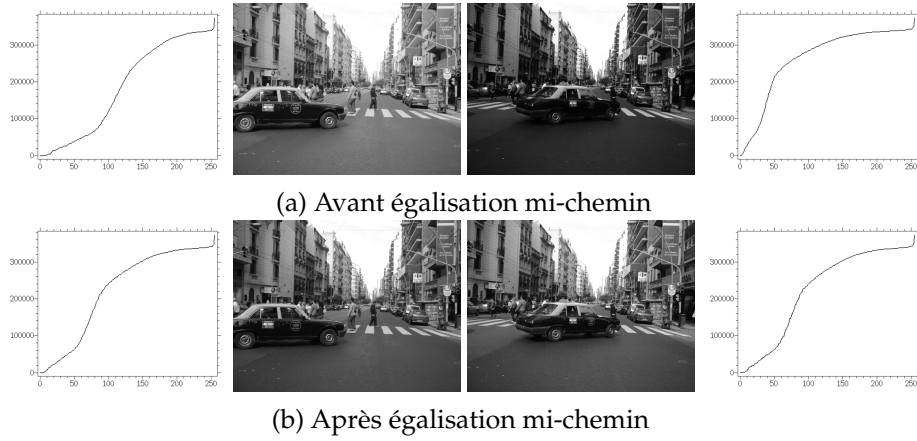


FIG. 4 – En haut : deux images et leurs histogrammes cumulés respectifs. En bas : les mêmes images et leurs histogrammes cumulés après égalisation mi-chemin.

ordonnés de u_1 et u_2 , puis prendre la moyenne de ces deux vecteurs et réattribuer à chaque pixel le niveau de gris de même rang que lui dans le vecteur moyen.

Passons maintenant à l'égalisation de contraste pour une séquence d'images, c'est à dire par exemple au cas d'un film dégradé par un *flicker* global. J. Delon a montré dans [6] la proposition suivante, qui donne la forme canonique de la méthode de réduction du *flicker* lorsqu'on suppose certains axiomes élémentaires.

Propriété 1 [6] Soit u_t un film et H_t les histogrammes discrets des images du film. Soit T un opérateur de correction du flicker qui suit les axiomes suivants :

- Pour tout réel λ , l'action de T sur les ensembles de niveaux inférieurs $\chi_\lambda(t)$ des images du film est indépendante de son action sur les ensembles de niveau supérieurs $\chi^\lambda(t)$,
- T agit sur les films constitués d'images spatialement constantes comme un *scale space* linéaire (c'est-à-dire comme un opérateur de convolution temporelle avec une fonction gaussienne, voir [8]).

Alors T agit par changement de contraste sur chaque image et il existe un paramètre d'échelle σ , tel que l'opérateur T égalise l'histogramme de u_t sur l'histogramme mi-chemin des (H_t) à l'échelle σ et au temps t , dont l'inverse est défini par :

$$\mathbb{H}_t^{-1}(k) = \int \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(t-s)^2/2\sigma^2} H_s^{-1}(k) ds. \quad (1)$$

On observera qu'un tel opérateur est indépendant de l'origine et du sens de projection du film : il commute avec les translations et les symétries en temps. Cette méthode de réduction du *flicker* est très simple à mettre en oeuvre et donne de bons résultats dès lors que le *flicker* que l'on souhaite corriger agit bien globalement sur le film (voir par exemple la Figure 5). Cependant, il est bien évident qu'une méthode agissant comme un changement de contraste global sur chaque

image du film ne peut pas éliminer un *flicker* local comme celui présent dans le deuxième exemple de la Figure 1.

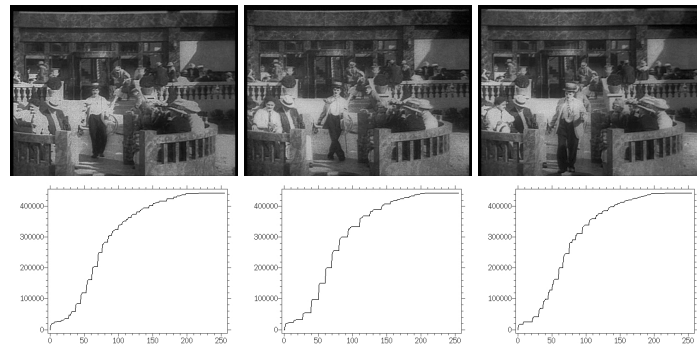


FIG. 5 – (a) Trois images du film *The Cure* de Charlie Chaplin (voir Figure 1 pour les images originales du film) après correction globale du *flicker* par l’équation (1). (b) Histogrammes cumulés correspondants.

2.4 Méthodes locales

Les méthodes de réduction du *flicker* décrites ci-dessus s’appliquent dans le cas d’un *flicker* global, affectant toute l’image de la même manière. Mais dans de nombreux cas pratiques, on s’aperçoit que le *flicker* est local. Un exemple typique est celui d’un voile sombre affectant une partie de l’image et se déplaçant d’une image à l’autre de la séquence. Pour traiter ce type de films, plusieurs méthodes de correction du *flicker* local ont été proposées. La plupart de ces méthodes [14, 11, 12, 13] utilisent un découpage de l’image en blocs (qui peuvent éventuellement se recouvrir) sur lesquels elles corrigent le *flicker* de manière indépendante. Le *flicker* est corrigé récursivement [14, 11] ou “filtré” en utilisant les blocs ayant la même position spatiale dans les images précédentes et suivantes du film [12, 13]. Dans toutes ces méthodes, le mouvement est traité comme un élément qui gêne l’estimation du changement de contraste. Il est proposé de s’en abstraire, soit en utilisant des critères de rejet des zones de mouvement (qui peinent souvent à distinguer le mouvement d’un objet peu contrasté d’un *flicker* local), soit en utilisant des méthodes d’estimation robustes aux “outliers”. Nous allons voir dans la partie suivante que le mouvement peut tout à fait être pris en compte sans pour autant avoir à être estimé précisément.

3 Réduction du flicker par moyennes semi-locales

Avant de donner plus de détails sur la méthode proposée pour la réduction du *flicker*, il convient d’abord de définir exactement ce qu’on appelle *flicker* et d’en donner un modèle mathématique.

3.1 Modèle mathématique du *flicker*

Le modèle le plus général de *flicker* est celui qui consiste à dire que chaque image du film est affectée localement par un changement de contraste. Ceci peut se formuler par :

$$u_t(x) = f_t(x, u_t^0(x)), \quad (2)$$

où $f_t(x, \cdot)$ est un changement de contraste (c’est à dire que $\lambda \rightarrow f_t(x, \lambda)$ est croissante). Mais cette formulation n’est pas assez restrictive. En effet si u_1 et v_1 sont deux images quelconques, n’ayant rien à voir entre elles, en écrivant simplement $v_1(x) = (v_1(x)/u_1(x))u_1(x)$, on peut passer de l’une à l’autre par un modèle de type (2) avec ici $f(x, \lambda) = (v_1(x)/u_1(x))\lambda$. Il faut donc rajouter à la formulation précédente une hypothèse supplémentaire sur f . On peut par exemple supposer que f_t est lisse en x (mais pas forcément en t).

Lorsqu’il s’agit d’un *flicker* local, il est souvent modélisé par un changement de contraste affine :

$$u_t(x) = a_t(x)u_t^0(x) + b_t(x), \quad (3)$$

où a_t et b_t sont des fonctions lisses en x . Sous cette forme, on pourrait penser estimer directement a_t et b_t . Le problème est bien sûr que u^0 est inconnu. C’est pour contourner ce problème que certaines méthodes itératives supposent le film restauré jusqu’à un instant t , et le restaurent au temps $t+1$ en utilisant à la place de u_{t+1}^0 , l’image précédente restaurée. Mais elles sont alors gênées par le mouvement éventuel entre t et $t+1$.

On a vu en introduction, que le *flicker* est caractérisé par le fait qu’il ne fait pas apparaître de nouvelles structures saillantes dans l’image, c’est à dire qu’en théorie une méthode détection de contours trouverait les mêmes courbes dans une image dégradée ou non par du *flicker*. Dans des articles de V. Caselles et al. ([3] et [4]), on trouve une définition mathématique précise d’un “changement de contraste local” mais dans un sens fort : c’est un changement qui préserve *exactement* la carte topographique de l’image. Plus précisément, il est défini par une équation du même type que (2), mais avec la contrainte supplémentaire que si $u(x) = u(y) = \lambda$ alors $f(x, \lambda) = f(y, \lambda)$. Une telle définition ne peut bien sûr pas convenir dans le cas du *flicker*, car il n’y a souvent aucune raison pour que la dégradation subie par le vieux film soit corrélée à la carte topographique des images.

3.2 Egalisation de contraste par moyennes semi-locales

L’idée de la méthode de réduction du *flicker* local sera de corriger localement le contraste de chaque image du film à l’aide de moyennes pondérées d’histogrammes cumulés inverse - comme dans la Proposition 1. La pondération sera calculée, comme dans le cas du débruitage de films par la méthode de moyennes non-locales appelée *NL-means* (et que nous expliquons ci-dessous), à partir de la ressemblance entre “imagettes”.

La méthode NL-means pour le débruitage

La méthode dite NL-means (pour “Non-Local means”), introduite par T. Buades, B. Coll et J.-M. Morel (voir les articles [1] et [2]) est une méthode de débruitage qui exploite la redondance d’une image : pour débruiter le niveau de gris d’un pixel, on le remplace par la moyenne pondérée des niveaux de gris des autres pixels de l’image dont le voisinage est “semblable” à celui du pixel considéré. Cette méthode s’étend au cas des films, et s’écrit alors ainsi : soit $u = (u_t)$ le film bruité, sa restauration par NL-means est donnée par

$$NLu_t(x) = \frac{1}{Q(x, t)} \int_{\Omega} \int_{\mathbb{R}} e^{-\|u_t(x+V) - u_s(y+V)\|^2 / h^2} u_s(y) dy ds, \quad (4)$$

où h est un paramètre lié à la variance du bruit, V est une fenêtre de taille fixée, $u_t(x + V)$ est alors une “imagette” de taille V centrée en x , $\|\cdot\|$ désigne la norme L^2 :

$$\|u_t(x + V) - u_s(y + V)\|^2 = \int_V |u_t(x + z) - u_s(y + z)|^2 dz,$$

et $Q(x, t)$ est une constante de normalisation qui assure que la somme des poids vaut 1 :

$$Q(x, t) = \int_{\Omega} \int_{\mathbb{R}} e^{-|u_t(x+V) - u_s(y+V)|^2 / h^2} dy ds.$$

Le principal avantage de cette méthode de débruitage de films, outre les très bons résultats qu’elle donne, est qu’elle évite complètement la question de l’estimation du mouvement. Cette question peut se formuler ainsi : étant donné un pixel d’une image au temps t , quel est son correspondant dans l’image au temps $t + 1$? Cette question est difficile à cause de la redondance des images : un pixel peut avoir beaucoup de “bons” correspondants dans l’image suivante, et il n’est pas évident d’en choisir un. Mais c’est justement de cette redondance dont l’algorithme NL-means tire son avantage : plus il y a de bons correspondants, plus la moyenne est robuste.



FIG. 6 – Exemple de débruitage par NL-means. A gauche, image *Lena* à laquelle on a ajouté un bruit gaussien d’écart-type $\sigma = 30$. A droite, image débruitée par NL-means avec un paramètre d’échelle $h = 20$, et une fenêtre V de taille 11×11 .

Adaptation à la correction du *flicker*

Revenons à notre problème de *flicker*. L’adaptation de la méthode NL-means au problème de la réduction du *flicker* n’est pas complètement directe, et nécessite un certain nombre d’aménagements. Les principales différences seront les suivantes :

- On ne moyenne plus des niveaux de gris $u_s(y)$ mais des histogrammes inverses ;
- L’algorithme NL-means utilise la distance L^2 pour mesurer la ressemblance entre deux imagerie. Dans le cas du *flicker*, il va falloir utiliser une distance qui soit capable de reconnaître une imagerie indépendamment du changement de contraste qu’elle aurait pu subir.
- Au lieu de moyennes non-locales ($y \in \Omega$), nous ferons des moyennes semi-locales (y appartiendra à un voisinage de la forme $x + W$)².
- La renormalisation par image du film ne sera pas la même.

Soit u un film dégradé par du *flicker*. Pour u_t image du film et pour $x \in \Omega$, on regarde une imagerie de la forme $u_t(x + V)$ centrée en x . On note $H_{t,x+V}$ son histogramme cumulé. Alors l’opérateur T de correction du *flicker* est

$$Tu_t(x) = \frac{1}{Z_{t,x}} \int_s C_{t,x}(s) \int_{y \in \{x+W\}} w_{t,x}(s, y) H_{s,y+V}^{-1}(H_{t,x+V}(u_t(x))) dy ds, \quad (5)$$

où

- la fonction de pondération w est donnée par

$$w_{t,x}(s, y) = e^{-D^2(u_t(x+V), u_s(y+V))/h^2}$$

²En pratique, c’est déjà souvent le cas pour l’implémentation de l’algorithme NL-means, l’un des avantages d’une implémentation semi-locale étant un gain considérable en temps de calcul.

Un problème de restauration des vieux films

avec D distance entre imagerettes ayant la propriété d’être “insensible” aux changements de contraste (et dont le choix sera discuté plus en détails dans la section suivante);

- $C_{t,x}(s)$ normalise le poids accordé à l’image du temps s . Par exemple, si on veut avoir une pondération gaussienne (comme dans le cas de la formule (1)), il suffit de poser

$$C_{t,x}(s) = \frac{e^{-(t-s)^2/2\sigma^2}}{\int_y w_{t,x}(s, y) dy}.$$

On peut aussi renormaliser chaque image de manière à lui donner comme poids $\max_y w_{t,x}(s, y)$, ce qui permet en particulier de tenir compte de changements éventuels de plan dans le film;

- $Z_{t,x}$ est la constante de renormalisation finale qui assure que la somme totale de tous les poids vaut 1 :

$$Z_{t,x} = \int_s C_{t,x}(s) \int_y w_{t,x}(s, y) dy ds.$$

(Et donc $Z_{t,x} = \sigma\sqrt{2\pi}$ dans le cas de l’exemple précédent.)

- W fixe le voisinage de recherche des correspondants du pixel x . Sa taille est liée à celle de V (voir plus de détails dans la section 4) : on est en effet contraint de calculer la moyenne sur $\{x + W\}$ et non pas sur Ω à cause de l’utilisation de la distance D au lieu de la distance L^2 . D étant “insensible” aux changements de contraste, en calculant la moyenne sur Ω on mélangerait par exemple entre elles toutes les imagerettes de zones quasi-constantes dans l’image.
- h est un paramètre que l’utilisateur doit régler, et dont nous discuterons aussi dans la section 4.

Lien avec l’estimation de mouvement

Comme nous l’avons déjà mentionné, le grand avantage de la méthode NL-means pour le débruitage de films est qu’elle permet d’éviter complètement la question de l’estimation du mouvement. On peut toutefois récupérer une estimation du mouvement en cherchant pour chaque pixel x d’une image au temps t son “meilleur correspondant” y dans l’image au temps s , qui sera noté $\varphi_{t,s}(x)$. A l’aide de la distance D mesurant la ressemblance entre deux imagerettes, il est possible d’estimer ce point par :

$$\varphi_{t,s}(x) = \operatorname{Argmin}_{y \in W} D(u_t(x + V), u_s(y + V)) = \operatorname{Argmax}_{y \in W} w_{t,x}(s, y).$$

On peut alors définir un nouvel opérateur de correction du *flicker* $\tilde{T}$ par :

$$\tilde{T}u_t(x) = \frac{1}{\tilde{Z}_{t,x}} \int_s w_{t,x}(s, \varphi_{t,s}(x)) H_{s, \varphi_{t,s}(x)+V}^{-1}(H_{t, x+V}(u_t(x))) ds, \quad (6)$$

où $w_{t,x}(s, y)$ est la même fonction de pondération que précédemment, et $\tilde{Z}$ normalise la somme totale des poids à 1.

3.3 Choix d’une distance pour la comparaison d’imagettes

Dans la méthode NL-means de débruitage (Equation (4)) la distance L^2 est utilisée pour mesurer la ressemblance entre deux imagettes I et J . Dans le cas du *flicker* une telle distance n’est pas adaptée. En effet, on a besoin ici d’utiliser une distance D qui prenne en compte les changements de contraste. En toute généralité, on voudrait une “distance” D qui soit telle que si g est un changement de contraste quelconque alors $D(I, J) = 0$ lorsque $J = g(I)$. Dans notre cas, comme I et J seront des petites imagettes, il suffit de se restreindre à des changements de contraste affines. Plusieurs “distances” sont envisageables qui vérifient cette propriété³. On peut en particulier considérer les “distances” suivantes.

- D_{angle} : distance entre orientations du gradient. Pour I image, on note $\theta_I(x)$, l’orientation du vecteur $\nabla I(x)$ (c’est à dire l’angle que fait ce vecteur avec l’horizontal). Alors θ_I est invariant par changement de contraste : en effet si g est une fonction croissante de $\mathbb{R}$ dans $\mathbb{R}$ alors $\nabla g(I) = g'(I)\nabla I$, et donc $\theta_I = \theta_{g(I)}$. On peut alors considérer :

$$D_{angle}(I, J) = \| e^{i\theta_I} - e^{i\theta_J} \|_{L^2} .$$

Cette distance, qui a été utilisée par exemple par J.-L. Lisani et J.-M. Morel dans [9] pour détecter des changements sur des images satellitaires, est invariante par n’importe quel changement de contraste strictement croissant sur les imagettes I et J .

- D_{corr} : la distance de corrélation, définie par

$$D_{corr}(I, J) = 1 - \frac{(I, J)}{\sqrt{(I)(J)}} ,$$

où $\bar{I} = \int_{\mathcal{D}} I(x)dx/|\mathcal{D}|$ est le niveau de gris moyen de l’image I définie sur un domaine $\mathcal{D}$, $(I) = \int (I(x) - \bar{I})^2 dx/|\mathcal{D}|$ est la variance empirique de I ; et $(I, J) = \int (I(x) - \bar{I})(J(x) - \bar{J})dx/|\mathcal{D}|$ est la covariance empirique de I et J .

Cette distance, qui est souvent utilisée entre des paires d’images stéréo afin de reconstruire le relief, est invariante par n’importe quel changement de contraste affine croissant sur les imagettes I et J .

- D_{aff} : la distance “affine”. Pour deux images I et J , on peut considérer

$$d(I, J) = \min_{a,b} \| I - aJ - b \|_{L^2} .$$

C’est la plus petite distance L^2 de I à tous les changements de contraste affines de J . Mais cette distance d n’est pas symétrique en I et J . En effet, si I est l’imagette d’une zone quasi constante, alors pour n’importe quelle J , on peut avoir $d(I, J)$ petit (en prenant $a = 0$ et b égal à la valeur moyenne de I). Avec une telle distance “une zone constante ressemblera à tout”. On va donc utiliser une version symétrisée de d (notons que d peut se calculer explicitement car

³Le terme de *distance* est bien sûr utilisé ici de façon abusive puisque les axiomes d’une distance ne sont pas tous vérifiés. En particulier on a $D(I, J) = 0$ sans que I soit égale à J . De plus il n’est pas clair que l’inégalité triangulaire soit vérifiée.

cela revient simplement à trouver le minimum d’un polynôme de degré 2 en a et b). La distance “affine” utilisée s’écrit finalement :

$$D_{aff}(I, J) = \max(d(I, J), d(J, I)) = \sqrt{\max((I), (J))(1 - (I, J)^2)},$$

où (I) , (J) et (I, J) sont définis comme ci-dessus pour la distance de corrélation.

Chacune de ces 3 distances vérifie les propriétés suivantes :

- (i) $D(I, J) = D(J, I)$,
- (ii) $\forall a > 0, \forall b, D(I, aI + b) = 0$

Comment choisir entre ces trois distances celle qui est la plus adaptée à notre problème ? Rappelons que la distance D intervient dans la pondération des imagerie lors des moyennes d’histogrammes. Il est donc essentiel qu’elle soit robuste aux changements d’illumination (deux zones ayant une géométrie identique doivent être à petite distance), afin de pouvoir corriger correctement le *flicker*. C’est le cas des trois distances proposées, mais pas de la distance L^2 . Par ailleurs, pour éviter de mélanger l’information provenant de zones géométriquement très différentes (par exemple un point de bord et un point d’une zone constante), cette distance se doit d’être discriminante, au sens où la distance entre deux imagerie qui se ressemblent doit être très petite devant la distance entre deux imagerie qui ne se ressemblent pas. Ces deux objectifs, robustesse aux changements de contraste et pouvoir de discrimination, sont évidemment difficiles à réaliser simultanément : plus une distance présente d’invariance, moins son pouvoir de discrimination est important. Il est donc essentiel de trouver un compromis satisfaisant entre ces deux aspects. Or, on observe (voir par exemple les Figures 7 et 8) que les distances D_{corr} et D_{angle} sont peu discriminantes. En particulier, les zones constantes sont vues comme relativement semblables à toutes les autres zones, quelle que soit leur géométrie. La distance D_{aff} offre moins d’invariance aux changements de contraste, mais en contrepartie est beaucoup plus discriminante et permet de distinguer dans le voisinage considéré les imagerie J qui ressemblent vraiment à l’imagerie courante I . Nous verrons dans la partie expérimentale que la forme d’invariance assurée par D_{aff} est suffisante pour éliminer les effets de *flicker*. C’est donc elle qui sera retenue.

4 Résultats expérimentaux

Nous présentons ici quelques résultats expérimentaux obtenus à l’aide de la méthode proposée dans la Section 3. Commençons par quelques remarques sur l’implémentation et le choix des différents paramètres.

- Le voisinage W sur lequel on effectue les moyennes dans (5) doit être choisi de taille inférieure à celle de $2V$. En effet, on regarde les distances de $u_t(x + V)$ à toutes les imagerie de la forme $u_s(y + V)$ avec y appartenant à $x + W$. Pour que la méthode soit robuste aux grands mouvements, W doit être grand. Par ailleurs, W doit être suffisamment petit devant V pour ne pas trop lisser le contraste local. Ceci est illustré dans la Figure 9.

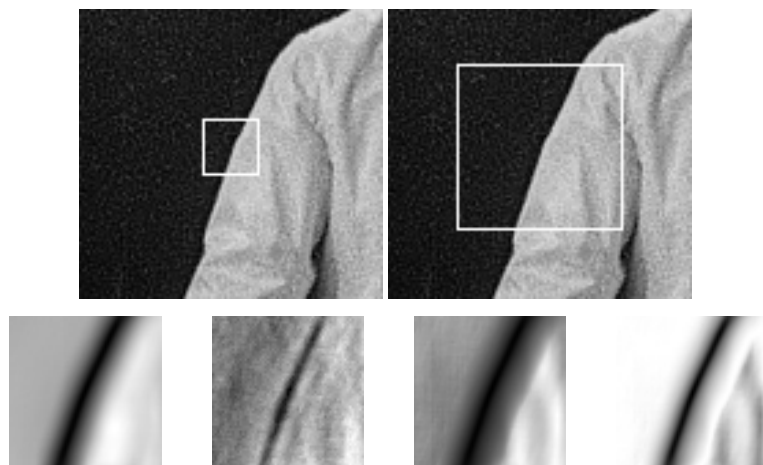


FIG. 7 – **Cartes de distances pour un point de bord.** En haut : extraits de deux images successives d’un film. En haut à gauche, imagerie I entourée de blanc ; à droite, voisinage dans lequel les imageries J sont comparées à I . En bas, de gauche à droite : cartes de distances obtenues pour la distance L^2 , la distance D_{angle} , la distance D_{corr} et la distance D_{aff} . Pour chaque carte, le blanc correspond à la distance maximale obtenue sur le voisinage et le noir à la distance minimale sur le voisinage.

- Pour atteindre un temps de calcul raisonnable, la méthode proposée peut être implémentée par blocs. L’image est d’abord prédécoupée en petits blocs de taille fixe qui se recouvrent. La formule (5) est alors calculée sur chaque bloc et non en chaque point x de l’image. Si un pixel x appartient à plusieurs blocs, son niveau de gris final est calculé en moyennant les niveaux de gris obtenus par chacun des blocs le contenant.
- Le paramètre h , lié aux distances observées D_{aff} sur l’image, indique l’échelle de régularisation du *flicker*. Plus il est grand, plus les poids intervenant dans la somme (5) sont proches de 1. Augmenter h permet de donc de corriger les effets du *flicker* plus efficacement mais augmente le risque de mélanger l’information provenant d’imageries correspondant à des structures géométriques différentes. Inversement, plus h est petit, plus on devient exigeant sur les distances entre imageries : seules les imageries très proches de l’imagerie courante auront un poids non négligeable dans la somme. En contrepartie, les effets du *flicker* seront plus difficiles à éliminer. En pratique, on peut se restreindre à des valeurs de h comprises entre 10 et 30.

La partie gauche de la Figure 11 montre quatre images de la séquence *taxi* à laquelle on a ajouté un *flicker* local artificiel. Le *flicker* en question prend la forme d’une bande sombre traversant le film en diagonale. Cette ombre ne crée pas de structures saillantes dans les images, elle perturbe peu la visualisation d’une

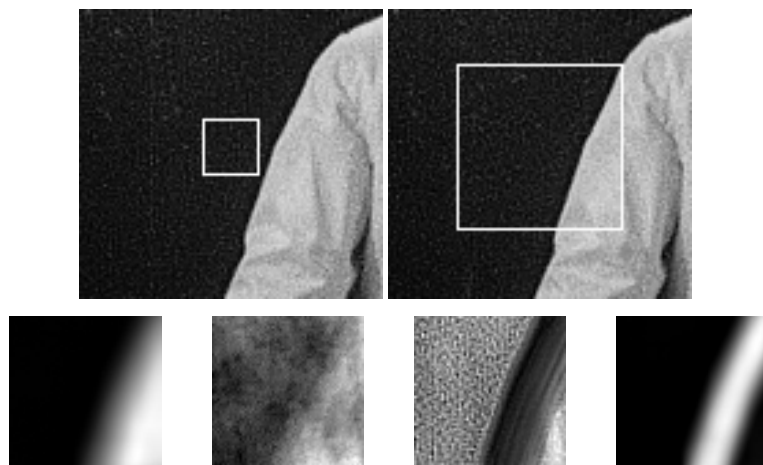


FIG. 8 – **Cartes de distances pour un point d’une zone constante.** En haut : extraits de deux images successives d’un film. En haut à gauche, imagerie I entourée de blanc ; à droite, voisinage dans lequel les imageries J sont comparées à I . En bas, de gauche à droite : cartes de distances obtenues pour la distance L^2 , la distance D_{angle} , la distance D_{corr} et la distance D_{aff} . Pour chaque carte, le blanc correspond à la distance maximale obtenue sur le voisinage et le noir à la distance minimale sur le voisinage. On observe que la distance D_{aff} est la seule qui reste discriminante (un bord ne ressemble pas à une zone constante) tout en satisfaisant la propriété (ii) ci-dessus.

image seule extraite du film, mais est extrêmement gênante lorsqu’on visualise le film en mouvement. La partie droite de la Figure 11 montre les mêmes images après correction du *flicker* par la formule (5).

La Figure 12 (gauche) représente trois images d’un film ancien souffrant d’un *flicker* très localisé. Comme pour la séquence *taxi*, le *flicker* apparaît sous forme d’un voile sombre, qui traverse l’image. Ici, le *flicker* n’a pas été ajouté artificiellement mais est présent sur le film original. On peut observer sur la même figure (à droite) les images obtenues après correction du *flicker* par la formule (6), qui donne sur cet exemple de meilleurs résultats que les moyennes semi-locales (formule (5)).

Un problème de restauration des vieux films

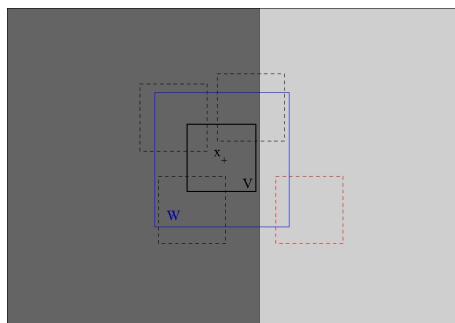
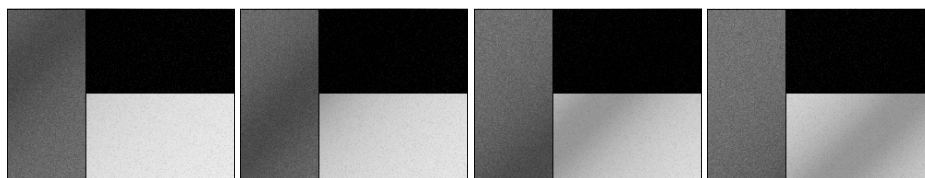
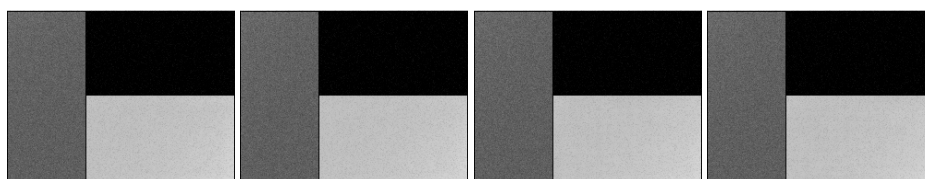


FIG. 9 – On suppose que la fenêtre $x + V$ est entièrement contenue dans la zone gris foncé. La distance D étant "insensible" aux changements de contraste, la distance entre la fenêtre $x + V$ et n'importe quelle autre fenêtre ne contenant pas la discontinuité (qu'elle soit du côté gris clair ou gris foncé de l'image) sera petite. Pour ne pas tout mélanger, il faut donc prendre uniquement les fenêtres dont le centre appartient à $x + W$ avec $W \subset 2V$.



Film original : pas de mouvement, mais un *flicker* local.



Après suppression du *flicker*

FIG. 10 – En haut, quatre images d'un film sans mouvement auquel on a ajouté un *flicker* synthétique sous la forme d'une ombre traversant l'image. En bas, mêmes images après correction du *flicker* par la formule (6). On pourra observer que le grain du film a été conservé.

Un problème de restauration des vieux films



FIG. 11 – Colonne de gauche : quatre images de la séquence *taxi* à laquelle on a ajouté un *flicker* local artificiel. Le *flicker* a été augmenté ici pour permettre sa visualisation sur des images fixes. Colonne de droite : images obtenues après correction du *flicker* par la formule (5).

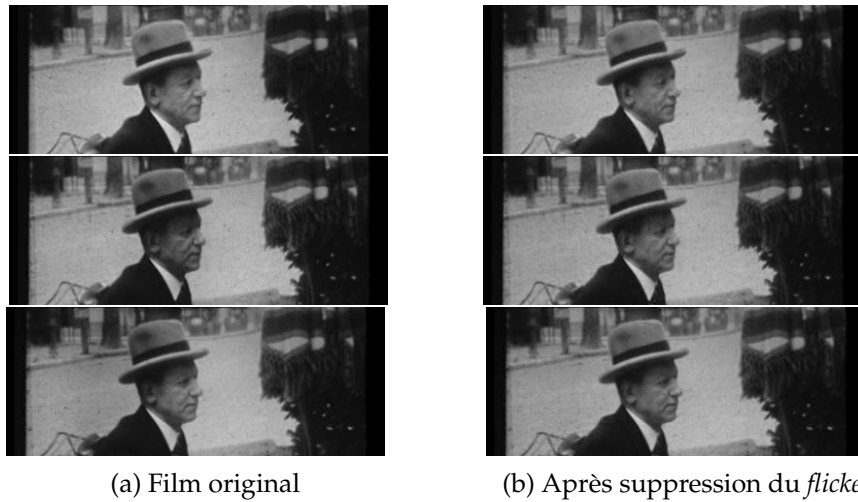


FIG. 12 – A gauche, trois images d’une séquence souffrant d’un fort *flicker* local. Ce *flicker* prend la forme d’une “bande” sombre transparente traversant l’image de droite à gauche lors de la séquence. La bande recouvre le visage du personnage sur l’image centrale. A droite, mêmes images après correction du *flicker* par la formule (6).

Références

- [1] A. Buades, B. Coll and J.-M. Morel, A review of image denoising algorithms, with a new one, *Multiscale Modeling and Simulation (SIAM interdisciplinary journal)*, vol. 4(2), pp.490-530, 2005.
- [2] A. Buades, B. Coll and J.-M. Morel, Nonlocal Image and Movie Denoising, *International Journal of Computer Vision*, vol. 76(2), pp.123-139, 2008.
- [3] V. Caselles, B. Coll and J.-M. Morel, Topographic maps and Local Contrast Changes in Natural Images, *International Journal of Computer Vision*, vol. 33(1), pp.5-27, 1999.
- [4] V. Caselles, J.L. Lisani, J.-M. Morel and G. Sapiro, Shape Preserving Local Histogram Modification, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 8(2), pp.220-230, 1999.
- [5] E. Decenci re, *Restauration automatique de films anciens*, PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, December 1997.

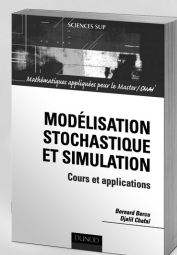
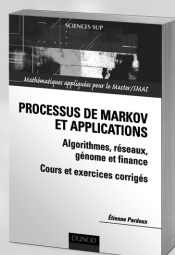
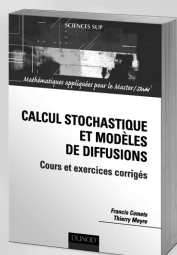
- [6] J. Delon, Movie and Video Scale-Time Equalization ; application to flicker reduction, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 15, no. 1, pp.241-248, 2006.
- [7] J. Delon, Midway Image Equalization, *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, vol. 21, no. 2, pp.119-134, 2004.
- [8] T. Lindeberg, On the axiomatic foundations of linear scale-space : combining semi-group structure with causality vs. scale invariance. In *Gaussian Scale-Space Theory : Proc. PhD School on Scale-Space Theory* (1997).
- [9] J.L. Lisani and J.-M. Morel, Detection of major changes in satellite images, *Proceedings of the 2003 International Conference on Image Processing (ICIP 2003)*, vol. 1, pp.941-944, 2003.
- [10] V. Naranjo and A. Albiol, Flicker reduction in old films, In *Proceedings of the International Conference on Image Processing (ICIP 2000)*, pp.657-659, 2000.
- [11] T. Ohuchi, T. Seto, T. Komatsu and T. Saito, A robust method of image flicker correction for heavily-corrupted old film sequences, In *Proceedings of 2000 International Conference on Image Processing (ICIP 2000)*, vol. 2, pp.672-675, 2000.
- [12] F. Pitié, R. Dahyot, F. Kelly and A. C. Kokaram, A New Robust Technique for Stabilizing Brightness Fluctuations, In *2nd Workshop on Statistical Methods in Video Processing* , Prague, 2004.
- [13] F. Pitié, B. Kent, B. Collis and A. Kokaram, Localised deflicker of Moving Images, In *European Conference on Visual Media Production (CVMP'06)*, 2006.
- [14] P.M.B. van Roosmalen, R.L. Lagendijk and J. Biemond, Correction of intensity flicker in old film sequences, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 9, no. 7, pp.1013-1019, 1999.
- [15] K.K. Wong, A. Das and M.N. Chong, Improved Flicker Removal through Motion Vectors, In *Proceedings of the Third International Conference on Image and Graphics*, pp.552 - 555, 2004.

Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI

Les ouvrages de la série « Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI » s'adressent aux étudiants en Master ou en écoles d'ingénieurs. Adaptés aux nouveaux cursus LMD, ils répondent à une double exigence de qualité scientifique et pédagogique. La SMAI assure la direction éditoriale grâce à un comité renouvelé périodiquement, et largement représentatif des différents thèmes des mathématiques appliquées. Son ambition est de constituer un ensemble d'ouvrages d'enseignement de référence.

Déjà parus :

- **Calcul stochastique et modèles de diffusions**
Francis Comets, Thierry Meyre
- **Optimisation continue**
Frédéric Bonnans
- **Processus de Markov et applications**
Étienne Pardoux
- **Modélisation stochastique et simulation**
Bernard Bercu, Djalil Chafaï



À paraître :

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



.com

Vulgariser ! Pourquoi, comment ?

par Elise Janvresse

Laboratoire de mathématiques Raphaël Salem
Université de Rouen, CNRS

VULGARISER ! POURQUOI, COMMENT ?

Pourquoi ?

Vous vous demandez peut-être pourquoi faire de la vulgarisation scientifique, alors que vos recherches, l’enseignement et l’administration prennent déjà tout votre temps. Il est vrai que même le mot “vulgarisation” est peu engageant, voire péjoratif. Pourtant, diffuser les sciences afin de les mettre à la portée du “vulgum pecus”, du commun des mortels, est de plus en plus nécessaire.

Jadis, la science était synonyme de progrès, et était donc utile, voire indispensable pour la société. Aujourd’hui, elle paraît éloignée, souvent inaccessible, et inspire même la crainte. On constate une perte d’engouement pour les disciplines scientifiques, et en particulier pour les mathématiques qui paraissent trop abstraites, déconnectées des réalités. Il est donc nécessaire que nous fournissions tous un effort pour nouer le lien entre sciences et citoyens. Après tout, qui finance nos recherches ? Les citoyens ont le droit (le devoir ?) de savoir ce que nous faisons.

Il est aussi de notre intérêt de modifier les idées reçues¹ à propos des mathématiques et des mathématiciens. Lequel d’entre nous n’a jamais perçu le malaise qui suit l’annonce de notre profession ? Le travail d’un chercheur en mathématiques, l’importance de la recherche fondamentale ou le nombre de mathématiciens dans le monde n’est guère connu. Nombreux sont ceux qui croient que tout a déjà été trouvé depuis longtemps et que les mathématiques sont réduites à un outil de sélection, ou au mieux un outil pour les autres sciences. Enfin, la recherche de partenaires scientifiques ou industriels peut se révéler délicate si les mathématiciens ne font pas un effort pour améliorer leur communication vis-à-vis des autres communautés scientifiques.

Or personne n’est mieux placé que nous pour montrer que les mathématiciens ne vivent pas dans une tour d’ivoire et ne sont pas aussi fous que ceux qui hantent la littérature ou les films. C’est à nous d’expliquer l’intérêt et l’utilité des mathématiques. C’est à nous d’expliquer nos motivations et de donner des mathématiques une image moins ennuyeuse, pour ne pas dire repoussante². C’est à nous d’expliquer et transmettre le plaisir de mener un raisonnement à son terme, de dévoiler la beauté des idées mathématiques.

Si nous n’agissons pas, la baisse du nombre d’étudiants en mathématiques conduira à moins de recrutements et donc à une moindre vitalité de notre discipline. La diffusion de l’information nous concerne tous et il est temps que chacun

¹voir le livre de Benoît Rittaud : Les mathématiques, Cavalier Bleu Eds, Collection Idées Recues, numéro 157 mars 2008.

²Tapez en particulier “complétude” sur YouTube pour voir un spot tv qui montre bien l’image effrayante des mathématiques !

prenne conscience qu’il est crucial de livrer notre message de façon accessible aux profanes si nous voulons faire valoir notre point de vue en tant que chercheur.

Comment ?

Il existe de nombreuses façons de faire de la vulgarisation scientifique. Voici une liste, bien sûr non exhaustive, de quelques façons de réduire le manque de communication entre les mathématiciens et le public. Il y a moyen de choisir l’activité qui vous convient selon vos préférences, vos aptitudes et surtout votre disponibilité. Profitez des initiatives déjà existantes !

Donner une conférence

Les universités avec les journées portes ouvertes, les MJC, les médiathèques, et de nombreux autres organismes culturels organisent régulièrement ce type d’événements. Il ne tient qu’à vous de proposer vos services. Vous pouvez facilement mettre sur le site web de votre laboratoire une liste d’exposés ou d’ateliers que vous êtes prêts à présenter (n’oubliez pas d’indiquer le niveau requis). Inscrivez-vous aussi sur le site des *Promenades mathématiques*³ qui tient à jour un catalogue de conférences fréquemment consulté et peut vous aider dans l’organisation.

Rencontrer des jeunes

Vous souhaitez transmettre votre passion des mathématiques et lutter contre la désaffection envers les études scientifiques ? Vous pouvez faire avancer les choses en participant à des activités s’adressant spécifiquement aux jeunes.

Les professeurs n’ont pas toujours le temps ou la possibilité de “sortir du programme” et de faire découvrir les mathématiques autrement. Manipuler les mathématiques dans un cadre moins scolaire est une expérience particulièrement enrichissante et valorisante pour les élèves, qui sont parfois très surpris par leurs capacités.

En plus des conférences et ateliers, vous pouvez aller parler des études et des métiers des mathématiques dans les établissements scolaires. Un peu de publicité auprès des professeurs de mathématiques de votre connaissance et le bouche à oreille porteront très vite leurs fruits.

Les professeurs des écoles, qui ont souvent une formation littéraire, sont aussi très intéressés par les ateliers “clé en main”. Même s’il semble difficile de trouver des sujets accessibles en primaire, c’est un joli challenge. N’hésitez pas à regarder ce qui se fait déjà pour puiser des idées (par exemple, le site *Les Maths Fantastiques*⁴). Enfin, plusieurs organismes offrent à des jeunes la possibilité de rencontrer des chercheurs, et ainsi les encourager à se diriger vers une carrière en science.

– les *Clubs CNRS Jeunes Sciences & Citoyens*⁵, qui s’intéressent aux sciences en général. Renseignez-vous, il en existe sans doute dans votre région.

³<http://smf.emath.fr/MathGrandPublic/PromenadesMathematiques/>

⁴<http://people.math.jussieu.fr/leidwang/siteirem/siteirem.html>

⁵<http://www2.cnrs.fr/jeunes/25.htm>

- *Math en Jeans*⁶ souhaite faire découvrir la recherche mathématique “de l’intérieur”, en mettant les jeunes aux prises avec d’authentiques problèmes. Le mathématicien présente à une classe et motive un sujet rapidement accessible avec un minimum de connaissances. Les élèves travaillent en petit groupes et se réunissent hebdomadairement avec leur enseignant. Le chercheur intervient au cours de l’année pour conseiller, donner des pistes et aider à la finalisation de l’étude. Enfin, les élèves doivent présenter “officiellement” leurs résultats (communication en congrès, article).

Participer à la Fête de la Science

De plus en plus de laboratoires de mathématiques participent en tenant entre autre un stand lors de la Fête de la Science. La plupart proposent des manipulations ludiques et des énigmes qui ne demandent aucune connaissance particulière. Vous seriez surpris de l’entrain suscité par ce type d’activités et de voir que le stand ne désemplit pas. En effet, le public se prend vite au jeu et repart souvent fier d’avoir relevé les défis proposés. Le jeu est à la mode dans nos sociétés et les mathématiques n’y échappent heureusement pas ! Là encore, parlez-en à vos collègues des autres universités pour trouver des idées de manipulations simples à mettre en place.

Écrire un article

Vous avez envie d’écrire ? Plusieurs magazines ou revues de vulgarisation scientifique publient des articles rédigés par des chercheurs. Il peut s’agir de publications grand public ou de revues destinées à un lectorat plus restreint, mais non spécialisé. Citons par exemple les magazines *Tangente*⁷, *La Recherche*⁸ et *Pour la Science*⁹ (vendus en kiosque), ou encore *Quadrature*¹⁰ (niveau TS ou Licence 1, sur abonnement). Il est conseillé de contacter les responsables du magazine pour proposer un sujet avant de se lancer dans l’écriture du texte.

Tisser la toile

Vous pouvez aussi intervenir sur le Web, qui héberge de plus en plus de sites traitant de mathématiques. En particulier, le récent site *Images des Mathématiques*¹¹ cherche à présenter la recherche contemporaine, et le métier de mathématicien, à l’extérieur de la communauté scientifique. Vos contributions seront donc les bienvenues. Il est possible d’écrire des articles à différents niveaux mais l’idée est toujours de parler de maths à des gens qui n’en connaissent pas ou presque pas et d’essayer de montrer ce que fait un mathématicien aujourd’hui.

N’hésitez pas à corriger et enrichir l’encyclopédie *Wikipedia*¹² qui contient déjà énormément d’entrées dans le domaine des mathématiques.

Enfin, créez vos pages web personnelles et surtout pensez à les mettre à jour régulièrement. Elles sont la première vitrine de vos recherches, et pas seulement

⁶<http://mathenjeans.free.fr/amej/accueil.htm>

⁷<http://tangente.poleditions.com/>

⁸<http://www.larecherche.fr/>

⁹<http://www.pourlasience.com/>

¹⁰<http://www.quadrature-journal.org/>

¹¹<http://images.math.cnrs.fr/>

¹²<http://fr.wikipedia.org/>

Vulgariser ! Pourquoi, comment ?

pour vos pairs : elles peuvent par exemple vous amener des étudiants, susciter des collaborations avec des scientifiques travaillant dans d’autres secteurs.

* **Experiencing Maths**

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

* **Dimensions**

<http://www.dimensions-math.org/>

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

- Vol. 34 J. Istas, *Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant*, 2000, 160 pp., 29,95 €- tarif SMAI : 23,96 €
- Vol. 35 P. Robert, *Réseaux et files d'attente : méthodes probabilistes*, 2000, 386 pp., 63,95 €- tarif SMAI : 51,16 €
- Vol. 36 A. Ern, J.- L. Guermond, *Éléments finis : théorie, applications, mise en œuvre*, 2002, 430 pp., 74,95 €- tarif SMAI : 59,96 €
- Vol. 37 S. Sorin, *A first course on zero-sum repeated games*, 2002, 204 pp., 37,93 €- tarif SMAI : 30,34 €
- Vol. 38 J.F. Maurras, *Programmation Linéaire, Complexité, Séparation et Optimisation*, 2002, 221 pp., 42,95 €- tarif Smai : 34,36 €
- Vol. 39 B. Ycart, *Modèles et Algorithmes Markoviens*, 2002, 272 pp., 47,95 €- tarif SMAI : 38,36 €
- Vol. 40 B. Bonnard, M. Chyba, *Singular Trajectories and their Role in Control Theory*, 2003, 357 pp., 68,52 €- tarif SMAI : 54,82 €
- Vol. 41 A.B. Tsybakov, *Introduction à l'estimation non- paramétrique*, 203, 175 pp., 34,95 €- tarif SMAI : 27,95 €
- Vol. 42 J. Abdeljaoued, H. Lombardi, *Méthodes matricielles - Introduction à la complexité algébrique*, 2004, 377 pp., 68,95 €- tarif SMAI : 55,16 €
- Vol. 43 U. Boscain, B. Piccoli, *Optimal Syntheses for Control Systems on 2-D Manifolds*, 2004, 261 pp., 52,70 €- tarif SMAI : 42,16 €
- Vol. 44 L. Younes, *Invariance, déformations et reconnaissance de formes*, 2004, 248 pp., 47,95 €- tarif SMAI : 38,36 €
- Vol. 45 C. Bernardi, Y. Maday, F. Rapetti, *Discrétisations variationnelles de problèmes aux limites elliptiques*, 2004, 310 pp., 57,95 €- tarif SMAI : 46,36 €
- Vol. 46 J.P. Françoise, *Oscillations en biologie. Analyse qualitative et modèles*, 2005, 179 pp., 35,95 €- tarif SMAI : 28,76€
- Vol. 47 C. Le Bris, *Systèmes multi-échelles. Modélisation et simulation*, 2005, 212 pp., 45,95 €- tarif SMAI : 36,76 €
- Vol. 48 A. Henrot, M.Pierre, *Variation et optimisation de formes. Une analyse géométrique*, 2005, 334 p., 62,95 € - tarif SMAI : 50,36 €
- Vol. 49 B. Bidégaray-Fesquet, *Hiérarchie de modèles en optique quantique. De Maxwell-Bloch à Schrodinger non-linéaire*, 2006, 175 p., 34,95 € - tarif SMAI : 27,96 €
- Vol. 50 R. Dager, E. Zuazua, *Wave Propagation, Observation and Control in 1 - d Flexible Multi-structures*, 2006, 221 p., 42,15 €- tarif SMAI : 33,72 €

- Vol. 51 B. Bonnard, L. Faubourg, E. Trélat, *Mécanique céleste et contrôle des véhicules spatiaux*, 2006, 276 p., 54,95 € - tarif SMAI : 43,96 €
- Vol. 52 F. Boyer, P. Fabrie, *Eléments d'analyse pour l'étude de quelques modèles découlements 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).

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

Djalil CHAFAI

Contributions à l'étude de modèles biologiques

Soutenue le 14 octobre 2008, Université de Toulouse III

Les travaux présentés concernent trois thématiques autonomes :

1. **Modèles biologiques et statistique.**
 - modèles compartimentaux, pharmacocinétique et pharmacodynamie de population
 - estimateurs pour problèmes inverses stochastiques, modèles non-linéaires à effets mixtes
 - modèles de mélanges, algorithmes de type EM et ICF, modèles graphiques de covariance
 - modélisation en cancérologie, processus ponctuels, particules, files d'attente
 - renormalisation de processus markoviens inhomogènes et formules de Feynman-Kac
2. **Inégalités fonctionnelles.**
 - inégalités fonctionnelles, concentration de la mesure, isopérimétrie
 - rôle de la convexité dans les inégalités entropiques, tensorisation
 - noyau de la chaleur, groupe d'Heisenberg et dynamiques hypoelliptiques
 - files d'attente, mélanges de lois
3. **Matrices aléatoires.**
 - spectre des matrices markoviennes aléatoires, graphes à poids aléatoires
 - théorèmes de type Wigner, Marchenko-Pastur, et Girko-Bai
 - convergence des valeurs propres extrémales, déformations de rang un.

Le concept le plus récurrent ici est celui de dynamique markovienne. Dans la première partie, ce sont les modèles à compartiments de la pharmacologie qui sont liés à de telles dynamiques. La seconde partie traite d'inégalités fonctionnelles associées à la vitesse et à la géométrie de dynamiques markoviennes. Enfin, la troisième partie traite de dynamiques markoviennes aléatoires. Ces trois parties ne se réduisent pas à l'étude de facettes de problèmes markoviens. Leur

RÉSUMÉS DE THÈSES

contenu balaye un spectre à la fois théorique et appliqué, et met en œuvre des techniques et des concepts variés issus de l’analyse, des probabilités, et de la statistique.

François FAURE

Simulation physique interactive pour la synthèse d’images

Soutenue le 25 novembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

Nous nous intéressons aux simulations mécaniques pour des applications de synthèse d’images, particulièrement en temps réel, comme les jeux vidéos ou les simulateurs d’apprentissage de gestes techniques. La simulation physique interactive a fait des progrès remarquables ces dernières années, mais n’a pas encore atteint un niveau de maturité suffisant pour être applicable par des non-spécialistes à une grande variété de modèles. Nous présentons ici des contributions permettant de lever un certain nombre de verrous technologiques. La modélisation d’objets souples repose généralement sur une décomposition en cellules déformables. Nous avons proposé des éléments finis tétraédriques rapides et robustes, et généralisé à des grilles hexaédriques simplifiant grandement les problèmes de maillage et de contrôle de la résolution. La détection et la réponse aux collisions posent des problèmes géométriquement complexes et mécaniquement discontinus, qui causent bien souvent les principaux goulots d’étranglement des simulations. Nous avons proposé des solutions au problème du contrôle du temps de calcul, de la diversité des modèles géométriques des surfaces de contact, ainsi que de la robustesse des réponses et de leur calcul accéléré sur GPU. Une grande attention a été portée aux architectures logicielles permettant d’accroître la modularité et les performances des simulateurs. Nous avons proposé un graphe de scène mécanique permettant de hiérarchiser les modèles et de décomposer les algorithmes en modules indépendants. Nous avons également exploré la distribution des simulations sur architectures parallèles, rendue nécessaire par l’évolution des matériels.

Didier AUROUX

Algorithmes rapides pour le traitement d’images et l’assimilation de données

Soutenue le 26 novembre 2008, Université de Toulouse

Dans une première partie, nous avons étudié des problèmes de traitement d’images. Nous avons utilisé l’analyse asymptotique topologique pour la détection des contours d’une image. Cela permet de considérer alors plusieurs applications : restauration/débruitage, classification. L’inpainting est traité d’une façon un peu différente, et la double donnée Dirichlet et Neumann sur le bord du domaine caché permet de reconstruire les contours dans la partie cachée de l’image. Enfin

RÉSUMÉS DE THÈSES

la segmentation peut être traitée comme limite de la classification, en s'appuyant sur des résultats d'analyticité de la solution quand on fait tendre un paramètre vers 0. La rapidité de cette méthode permet de traiter ces différents cas en temps réel, y compris pour des films.

Dans une seconde partie, nous avons abordé l'assimilation de données, le but étant d'identifier la condition initiale d'un système à partir d'observations partielles. Nous avons défini un nouvel algorithme, basé sur le 'nudging' (méthode de relaxation consistant à rajouter un terme de rappel vers les observations directement dans l'équation afin de tirer la solution vers les observations). En considérant itérativement et alternativement des résolutions du système direct et rétrograde en temps, avec à chaque fois un terme de rappel vers les observations, on peut améliorer l'estimation de la condition initiale. Là encore, la méthode est performante et extrêmement rapide, comme de nombreux tests numériques l'ont démontré. En parallèle, plusieurs résultats théoriques de convergence ont été obtenus dans des cas simplifiés.

Enfin, une étude a été réalisée à l'interface de ces deux thématiques : l'extraction de données, et plus précisément de champs de vitesses, à partir de séquences d'images météorologiques ou océanographiques. L'idée consiste à chercher un champ de vitesse (ou déplacement) qui transporte une image sur la suivante. L'approche considérée est variationnelle, et basée sur la minimisation d'une fonctionnelle non linéaire dépendant du champ de vitesse. Une approche multi-grille permet d'obtenir très rapidement des champs de vitesse. Ces vitesses peuvent alors être assimilées directement dans un système d'assimilation.

Emmanuel MAITRE

Equations de transport, Level Set et mécanique eulérienne. Application au couplage fluide-structure

Soutenue le 26 novembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

Mes recherches ont porté sur l'analyse des équations à double non linéarité, le transport neutronique et la mécanique des textiles, et plus récemment sur la méthode Level Set et ses applications au couplage fluide-structure. Je consacrerai donc l'essentiel de mon exposé à cette dernière partie en présentant les méthodes introduites et leur applications en biomécanique.

Marcello DELITALA

Mathematical Modelling of Complex Living Systems

Soutenue le 27 novembre 2008, Politecnico di Torino, Italy

The dissertation deals with the modelling of complex living systems, i.e. systems of several interacting individuals, whose collective behaviour cannot be descri-

RÉSUMÉS DE THÈSES

bed only by the knowledge of the dynamics of a few elements. The dissertation will describe some specific applications, related to :

- The modelling of vehicular traffic flow, with the development of methods of hyperbolic conservation laws.

- Social dynamics and opinion formation.

- The competition among the immune system and aggressive pathological agents.

A common aspect of the research is the attempt to cover the whole methodological path : modelling, qualitative analysis of mathematical problems, and simulations.

Particular attention is devoted to analyze the asymptotic behaviour of the solutions, and multiscale properties of the models. Moreover, the modelling is referred to well-defined mathematical frameworks : methods of hyperbolic conservation laws to model complex traffic flow phenomena, and the mathematical kinetic theory for active particles for all the applications. The modelling of the system by methods of the mathematical kinetic theory for active particles essentially means defining the microscopic state of the interacting entities within a large system of them, and the distribution function over the above state. The microscopic state always includes mechanical variables suitable to identify for instance position and velocity. However, in the case of living systems, the identification of the microscopic state needs an additional variable, called activity, which is specific of the organising ability of the particular system which is object of modelling.

Simon MASNOU

Questions variationnelles autour d'un problème de restauration d'images

Soutenue le 1er décembre 2008, Lab. Jacques-Louis Lions, Univ. Paris 6

La première partie du mémoire d'habilitation porte sur différentes questions relatives au problème de l'*inpainting* en traitement des images. Il s'agit de restaurer des parties manquantes en utilisant seulement l'information contenue dans le reste de l'image.

Partant d'un modèle variationnel s'inspirant des capacités du système visuel, nous présentons un algorithme permettant de traiter concrètement des images et nous discutons des problèmes théoriques qui en découlent. Nous montrons en particulier qu'on est ramené à l'étude de certaines propriétés de la fonctionnelle de Willmore, par exemple la question de la semicontinuité dans le cas régulier qui pose le problème de la localité de la courbure moyenne pour les varifolds entiers. Par ailleurs, nous nous intéressons à un autre modèle initialement dédié à la synthèse de texture et nous proposons de le décrire à l'aide d'une formulation variationnelle qui utilise la notion de rotation-translation par morceaux définie à partir d'une partition de Caccioppoli.

Dans la seconde partie du mémoire, nous présentons deux travaux faisant intervenir la notion de périmètre d'un ensemble. Le premier porte sur l'étude exhaustive de la notion de composante connexe au sens de la mesure pour les ensembles de périmètre fini. On utilise en particulier cette notion pour étudier certains opérateurs de débruitage d'images. Le second travail présenté traite de

RÉSUMÉS DE THÈSES

l'identification des ensembles isopérimétriques dans les groupes d'Heisenberg.

Laurent DUMAS

Du transport de particules à l'optimisation globale sous contrainte d'EDP

Soutenue le 3 décembre 2008, Lab. Jacques-Louis Lions, Univ. Paris 6

Mes travaux sont le résultat d'un parcours scientifique d'une douzaine d'années ayant pour constante le traitement de problèmes applicatifs des mathématiques, d'abord pour les sciences de l'ingénieur puis pour la médecine depuis mon intégration au sein du projet INRIA REO en 2004. Parmi les nombreuses applications présentées dans mon mémoire (téléchargeable sur ma page web), on peut citer l'étude de trajectoires de particules dans un écoulement fluide turbulent avec une application à l'estimation du dépôt d'alumine dans le fond arrière des propulseurs à poudre d'Ariane 5 ou l'optimisation aérodynamique de forme d'un véhicule dans le cadre d'une collaboration avec PSA. Plus récemment, l'optimisation de divers dispositifs médicaux comme les stents ou les pacemakers ainsi que la construction et la validation de modèles sanguins simplifiés ont retenu mon attention. Ces derniers problèmes ont conduit au développement d'une méthode d'optimisation globale hybride totalement adaptative (méthode AHM) et à des principes d'évaluations approchées (méthode AGA) ayant permis d'améliorer fortement les performances des méthodes de type algorithmes génétiques.

Sophie LAMBERT-LACROIX

Processus et champs aléatoires. Données de grandes dimensions et sciences du vivant

Soutenue le 8 décembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

La première partie est consacrée aux processus non stationnaires à temps discret et aux champs aléatoires. Après avoir introduit la fonction d'autocorrélation partielle des processus à temps discret non stationnaires, on présente quelques applications dans le domaine spectral et dans le cadre des processus périodiquement corrélés. La fonction d'autocorrélation partielle, qui fournit une nouvelle paramétrisation, permet, en particulier, d'étendre de façon naturelle la méthode du maximum d'entropie. Par la suite nous nous sommes intéressés au problème plus délicat du prolongement par maximum d'entropie à partir d'une séquence de coefficients d'autocovariance non consécutifs. Nous présentons ensuite la simulation de champs aléatoires fractionnaires. Du fait de sa rapidité, la méthode du 'déplacement du point milieu' est souvent utilisée pour simuler des champs browniens fractionnaires. Dans le même esprit, nous avons proposé une méthode rapide et efficace mais pour simuler n'importe quel champ aléatoire, pas seulement brownien fractionnaire. La deuxième partie est consacrée aux données de

RÉSUMÉS DE THÈSES

grandes dimensions, fréquemment rencontrées en sciences du vivant. On s'intéresse dans un premier temps à la réduction de dimension dans les modèles linéaires généralisés et son application à la classification de données issues de biopuces. Le but de l'analyse de ces données est celui de la classification d'individus selon leur pathologie. Une des particularités de ces données réside dans le fait que le nombre de données est relativement faible (de l'ordre de la centaine) par rapport au nombre de gènes (de l'ordre de quelques milliers). Sans préalablement réduire la dimension, les méthodes standards de statistique en classification supervisée, même utilisables, ne sont pas très performantes. Nous avons étudié et proposé plusieurs méthodes de réduction de dimension dans ce cadre. Leurs performances sont comparées sur des jeux de données connus dans la littérature des biopuces. Dans un deuxième temps on s'intéressera à l'analyse de données de spectrométrie de masse. Il existe actuellement un grand intérêt dans l'étude des protéines avec espoir qu'elle conduise à une façon plus directe d'appréhender les fonctions biologiques d'un profil de maladie. Nous avons considéré plusieurs problèmes relatifs au traitement de telles données (estimation du bruit de fond, fléau de la dimension, alignement des spectres, analyses de variance type FANOVA). Notre approche a été comparée avec les différentes approches utilisées dans la littérature et testée sur des données simulées et réelles.

Olivier LEY

Evolution de fronts avec vitesse non-locale et équations de Hamilton-Jacobi

Soutenue le 8 décembre 2008, Université de Tours

Le mémoire (disponible sur [http ://www.lmpt.univ-tours.fr/~ley](http://www.lmpt.univ-tours.fr/~ley)) présente mes travaux de recherche effectués après ma thèse, entre 2002 et 2008. Les thèmes principaux sont les équations aux dérivées partielles non-linéaires et des problèmes d'évolutions de fronts ou d'interfaces. Il est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre concerne l'évolution de fronts avec une vitesse normale prescrite. Pour étudier ce genre de problème, une première approche, dite par lignes de niveaux, consiste à représenter le front comme une ligne de niveau d'une fonction auxiliaire u . Cette approche ramène l'étude du problème d'évolution géométrique à un problème d'EDP puisque u vérifie une équation de Hamilton-Jacobi. Quelques résultats dans le cas de vitesses locales comme la courbure moyenne sont présentés mais la majorité des résultats concerne le cas de vitesses non-locales décrivant la dynamique des dislocations dans un cristal ou modélisant l'asymptotique d'un système de FitzHugh-Nagumo apparaissant en biologie. Une approche différente, basée sur des solutions de viscosité géométriques, est utilisée pour étudier des problèmes de propagation de fronts apparaissant en optimisation de formes. Le but est de trouver un ensemble optimal minimisant une énergie du type capacité à volume ou périmètre constant. L'idée est de déformer le bord d'un ensemble donné avec une vitesse normale adéquate de manière à diminuer au plus son énergie. La mise en oeuvre de cette idée nécessite la construction rigoureuse d'une telle évolution pour tout temps et la preuve de la convergence vers une solution du problème initial. De plus, la décroissance de l'énergie est

RÉSUMÉS DE THÈSES

obtenue le long du flot.

Le deuxième chapitre décrit des résultats d’unicité, d’existence et d’homogénéisation pour des équations de Hamilton-Jacobi-Bellman. La majeure partie du travail effectué concerne des équations provenant de problèmes de contrôle stochastique avec des contrôles non-bornés. Les équations comportent alors des termes quadratiques par rapport au gradient et les solutions étudiées sont elles-mêmes à croissance quadratique. Des liens entre ces solutions et les fonctions valeurs des problèmes de contrôle correspondants sont établis. La seconde partie est consacrée à un théorème d’homogénéisation pour un système d’équations de Hamilton-Jacobi du premier ordre.

Le troisième et dernier chapitre traite d’un sujet un peu à part, à savoir le lien entre les flots de gradient et l’inégalité de Łojasiewicz. La principale originalité de ce travail est de placer l’étude dans un cadre hilbertien pour des fonctions semiconvexes, ce qui sort du cadre de l’inégalité de Łojasiewicz classique. Le principal théorème produit des caractérisations de cette inégalité. Les résultats peuvent être précisés dans le cas des fonctions convexes ; en particulier, un contre-exemple de fonction convexe ne vérifiant pas l’inégalité de Łojasiewicz est construit. Cette dernière inégalité est reliée à la longueur des trajectoires de gradient. Une borne de cette longueur est obtenue pour les fonctions convexes coercives en dimension deux même lorsque cette inégalité n’est pas vérifiée.

Séraphin M. MEFIRE

Etude numérique de certains problèmes inverses et problèmes directs issus de la physique

Soutenue le 9 décembre 2008, LAMFA, Université de Picardie - Amiens

Ce mémoire présente certains de nos travaux motivés par des questions issues de la Physique. Ces travaux numériques sont regroupés ici en deux parties, la première traitant de problèmes inverses, et la seconde, de problèmes directs.

Dans la première partie, nous sommes intéressés par l’imagerie d’un nombre fini d’imperfections électromagnétiques contenues dans un milieu borné tridimensionnel, à partir d’un nombre fini de mesures surfaciques. En régime fréquentiel, nous élaborons et comparons trois procédures de localisation numérique de telles imperfections, en combinant une formule asymptotique pour les perturbations de champs électromagnétiques avec respectivement une technique de Projection de Courant, un algorithme de classification de signaux multiples, et une méthode d’Inversion de Fourier.

Afin de remédier à la détérioration, à très basse fréquence, de l’imagerie de telles imperfections, nous élaborons également en régime statique deux procédures de localisation numérique. Celles-ci sont obtenues en combinant un modèle-limite de perturbations de champs électriques, avec les approches de Projection de Courant et d’Inversion de Fourier. Il ressort du régime statique une localisation effective des imperfections non purement électriques.

Dans la seconde partie du mémoire, il s’agit d’abord de l’étude numérique d’un

RÉSUMÉS DE THÈSES

problème extérieur tridimensionnel en induction magnétique, basée sur une alternative à la méthode d'intégrale de frontière, qui utilise des *maillages exponentiels* ainsi que des éléments finis de flux et de volumes. Il est par ailleurs étudié une approche de condensation de masse lorsque les éléments finis de flux de premier ordre sont utilisés.

Nous sommes ensuite concernés par une étude numérique, dans le cas tridimensionnel, de modèles 'universels' pour la propagation des ondes longues, dispersives et faiblement non-linéaires, qui est essentiellement unidirectionnelle en présence de faibles effets transversaux. Sont ainsi mis en exergue, à partir de certaines données initiales, les phénomènes tels : l'explosion en temps fini, le comportement solitonique, l'instabilité transversale et la périodicité orbitale.

Finalement, nous sommes concernés par l'étude de la stabilité de solutions de deux systèmes de Ginzburg-Landau, $(GL)_d^s$ et $(GL)_\infty$, respectivement définis sur un intervalle borné et sur un demi-espace. Cette notion de stabilité de solutions réfère ici aux solutions de $(GL)_d^s$ (ou de $(GL)_\infty$) qui minimisent la fonctionnelle de Ginzburg-Landau correspondante. Cette étude est menée avec ou sans localisation de solutions, et différents régimes du paramètre, $\kappa > 0$, de Ginzburg-Landau sont aussi considérés.

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

Thomas SIEROCINSKI

Directeur de thèse : Dimitri Pétritis (IRMAR, Université Rennes 1).

Méthodes probabilistes, floues et quantiques pour l'extraction d'information biologique

Soutenue le 2 octobre 2008, IRMAR, Université Rennes 1

En biologie, l'information nécessaire pour la vie de chaque organisme est contenue dans l'ADN sous la forme d'un message fini sur quatre lettres. Ceci entraîne que plusieurs fonctions biologiques courantes telles que la réplication, la transcription, la traduction ainsi qu'un certain nombre d'opérations de la recherche en génétique (alignement, recherche dans des bases de données...) peuvent être décrites de manière abstraite et unifiée comme un problème général d'extraction d'information à partir d'un ensemble de messages finis (possibles ou effectifs) codés par des alphabets finis. En d'autres termes, il s'agit d'identifier des sous-ensembles de messages répondant à des critères précis ou flous.

Karine DADOURIAN

Directeurs de thèse : Jacques Liandrato, LATP, Marseille

Schémas de subdivision et analyses multirésolutions non-linéaires. Applications

Soutenue le 03 octobre 2008, LATP, Université de Marseille

RÉSUMÉS DE THÈSES

Les schémas de subdivisions ont été initialement introduits pour construire par itération, des courbes ou des surfaces à partir de points de contrôle. Ils sont apparus comme étant un ingrédient de base dans la définition d’analyses multirésolutions, avec comme application l’approximation et la compression des images. Dans la construction de courbes ou dans la compression d’images, la convergence du schéma de subdivision vers une fonction continue, la régularité de cette fonction, la stabilité et l’ordre du schéma sont des propriétés cruciales. Les schémas linéaires présentant une importante limitation (ils créent des oscillations au voisinage de forts gradients ou de discontinuité qui se traduit par des zones de flous près des contours dans la compression d’images), on s’est alors intéressé à des schémas non-linéaires.

S’inscrivant dans la lignée des théories concernant les schémas non-linéaires, on a développé dans ce travail des théorèmes de convergence, de régularité, de stabilité et d’ordre pour une classe de schémas non-linéaires s’écrivant sous la forme d’une somme d’un schéma linéaire et d’une perturbation non-linéaire. Nous avons ensuite appliqué ces résultats à l’étude de propriétés de schémas non-linéaires existants, ou que nous avons construits pour répondre au problème d’oscillations ou aux problèmes de régularité.

Une première application concerne la compression d’images. On s’est proposé d’étudier la stabilité de l’analyse multirésolution bidimensionnelle associée à cette classe de schémas non-linéaires, puis d’appliquer les théorèmes établis et d’observer numériquement, les bénéfices obtenus par rapport à des analyses multirésolutions linéaires.

Enfin, une deuxième application concerne la construction d’opérateurs aux différences finies ayant une erreur homogène sur des grilles non-uniformes, à partir un opérateur donné et d’un schéma de subdivision.

Mots clés : approximation non-linéaires ; algorithmes multiéchelles ; schémas de subdivision ; analyses multirésolutions non-linéaires ; phénomène de Gibbs ; compression d’images ; différences finies adaptées.

Amar MOKRANI

Directeurs de thèse : Gérard Gagneux (Université de Pau et des Pays de l’Adour) et Robert Luce (Université de Pau et des Pays de l’Adour).

Problèmes pseudo-paraboliques à vitesse asservie. Applications en prospection pétrolière

Soutenue le 15 octobre 2008, Université de Pau et des Pays de l’Adour

Les travaux de la thèse portent sur un modèle mathématique élaboré au sein de l’Institut Français du Pétrole (IFP) et concernent l’évolution, dans un bassin sédimentaire, des strates monolithologiques sous la contrainte d’un taux d’érosion maximal. On est conduit à considérer un modèle gravitaire où le flux de sédiments est proportionnel au gradient de la topographie, suivant une loi dynamique de type Darcy-Barenblatt, moyennant un coefficient de diffusion qui joue le rôle

RÉSUMÉS DE THÈSES

d'un limiteur du flux, afin de satisfaire une condition d'asservissement sur le taux d'érosion. Il s'agit de rendre compatibles un processus de transport gravitaire pour la sédimentation et un mécanisme couplé d'érosion asservi, par autorégulation.

Après une brève présentation de ce modèle 'weather limited', nous montrons l'intérêt d'employer une méthode de compacité qui, via un résultat d'unicité pour un problème stationnaire non linéaire non standard, prouve que notre problème admet au moins une solution. Une étude qui permet d'obtenir, pour le schéma semi-discretisé, un résultat d'existence au problème modélisant une régulation du flux via un opérateur maximal monotone, en l'occurrence, le graphe de Heaviside.

Par une approche alternative, s'appuyant sur les résultats classiques de N.G. Meyers et J. Nečas, il est possible de montrer l'existence d'une solution plus régulière en espace et ainsi justifier l'unicité de cette dernière pour une topographie initiale pas trop accidentée.

Nous développons ensuite des propriétés locales pour les solutions faibles ainsi qu'une propriété de vitesse finie de propagation (aspect hyperbolique) par des méthodes d'énergie. En outre, nous élaborons quelques simulations numériques qui illustrent l'étude théorique où l'on met en valeur l'influence des différents paramètres d'état qui interviennent dans les équations.

Enfin, quelques conclusions et perspectives sont présentées dans ce champ de recherche, notamment dans celui des solutions entropiques, qui est largement ouvert à l'investigation.

Tristan SENGA KIESSE

Directeur de thèse : Célestin C. Kokonendji (Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Approche non-paramétrique par noyaux associés discrets des données de dénombrement

Soutenue le 15 octobre 2008, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Nous introduisons une nouvelle approche non-paramétrique, par noyaux associés discrets, pour les données de dénombrement. Pour cela, nous définissons la notion de noyaux associés discrets à partir d'une loi de probabilité discrète donnée et nous étudions leurs propriétés. De là, nous construisons l'estimateur à noyau discret lequel est l'analogue de certains estimateurs à noyau continu de cette dernière décennie. Nous examinons ses propriétés fondamentales ; en particulier, nous montrons la convergence ponctuelle en moyenne quadratique de l'estimateur. Le choix de fenêtre du lissage discret s'effectue essentiellement par validation croisée et excès de zéros. Nous étudions également le comportement des lois classiques de dénombrement comme noyau associé, par exemple, Poisson, binomiale et binomiale négative. Ainsi, il s'est révélé nécessaire de construire une nouvelle famille de lois discrètes dites triangulaires pour servir de noyaux associés symétriques. Cette méthode des noyaux associés discrets est utilisée dans l'estimation semi-paramétrique des distributions de données de dénombrement, ainsi que pour la régression non-paramétrique sur une variable explicative de

RÉSUMÉS DE THÈSES

dénombrément. Tout au long de ce travail, nous illustrons les résultats à travers des simulations et des jeux de données réelles. Dans le cas d'échantillons de tailles petites et modérées, l'importance et les très bonnes performances des noyaux associés discrets sont mises en évidence, en comparaison avec le noyau du type Dirac et parfois les noyaux continus.

Claire BOST

Directeurs de thèse : Georges-Henri Cottet (Université Joseph Fourier) et Emmanuel Maitre (Université Joseph Fourier).

Méthodes Level-Set et pénalisation pour le calcul d'interactions fluide-structure

Soutenue le 16 octobre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

La simulation numérique de milieux multi-physiques nécessite dans de nombreux cas de traiter les interactions entre un fluide et une structure. Dans ce contexte, nous nous intéresserons à deux problèmes de couplage mettant en jeu un fluide visqueux incompressible avec soit une membrane élastique, soit un solide rigide. Nous aborderons d'abord la question de la stabilité numérique pour le premier modèle, dans le cas d'une formulation Frontière Immergée + Level-Set. La mise en place de schémas implicites pour ce type de modèles étant très coûteuse, nous essayerons plutôt de comprendre quelles sont les causes de l'instabilité numérique pour des couplages explicites ou semi-implicites. Dans le cas du couplage fluide-solide rigide, nous présenterons une méthode de pénalisation, dans laquelle la vitesse rigide est calculée par projection, et pour laquelle un traitement implicite naturel du terme de pénalisation permet de satisfaire la contrainte de rigidité avec précision dans le solide. Nous justifierons notamment la consistance de la méthode en montrant la convergence du problème pénalisé vers une formulation plus classique, et nous proposerons quelques validations numériques.

Daniel WEINLAND

Directeur de thèse : Radu Horaud (INRIA Rhône-Alpes).

Action Representation and Recognition

Soutenue le 20 octobre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Grenoble INP

Recognizing human actions is an important and challenging topic in computer vision, with many important applications including video surveillance, video indexing and understanding of social interaction. From a computational perspective, actions can be defined as four-dimensional patterns, in space and in time. Such patterns can be modeled using several representations which differ from each other with respect to, among others, the visual information used, e.g. shape or appearance, the representation of dynamics, e.g. implicit or explicit, and the amount of invariance that the representation exhibits, e.g. a viewpoint invariance allowing to learn and recognize using different camera configurations. Our goal

RÉSUMÉS DE THÈSES

in this thesis is to develop a set of new techniques for action recognition. In the first part we present ‘Motion History Volumes’, a free-viewpoint representation for human actions based on 3D visual-hull reconstructions computed from multiple calibrated, and background subtracted, video cameras. Results indicate that this representation can be used to learn and recognize basic human action classes, independently of gender, body size and viewpoint. We then present in the second part an approach based on a 3D exemplar-based HMM, which addresses the problem of recognizing actions from arbitrary views, even from a single camera. We will thus no longer require a 3D reconstruction during the recognition phase, instead we will use learned 3D models to produce 2D image information, which is compared to the observations. In the third and last part, we present a compact and efficient exemplar-based representation, which in particular does not attempt to encode the dynamics of an action through temporal dependencies. In experimental results we demonstrate that such a representation can precisely recognize actions, even with cluttered and non-background-segmented sequences.

Yannick PRIVAT

Directeur de thèse : Antoine Henrot (Ecole des Mines de Nancy).

Quelques problèmes d’optimisation de formes en sciences du vivant

Soutenue le 21 octobre 2008, Université Henri Poincaré, Nancy I

Dans cette thèse, nous nous demandons si certaines formes présentes dans la nature résultent de l’optimisation d’un critère. Plus précisément, nous considérons un organe ou une partie du corps humain et tentons de deviner un critère que la nature aurait pu chercher à optimiser. Nous résolvons alors le problème d’optimisation de formes résultant afin de comparer la forme obtenue, théoriquement ou numériquement, avec la forme réelle de l’organe. Si ces deux formes sont proches, on pourra en déduire que le critère est convaincant.

Dans la première partie de cette thèse, nous considérons l’exemple d’une fibre nerveuse de type axone ou dendrite. Nous proposons deux critères pour expliquer sa forme. Le premier traduit l’atténuation dans le temps du message électrique traversant la fibre et le second l’atténuation dans l’espace de ce message. Dans notre choix de modélisation, nous distinguons deux types de fibres nerveuses : celles qui sont connectées au noyau de la cellule et celles qui sont connectées entre elles. Les problèmes correspondants se ramènent à la minimisation par rapport au domaine des valeurs propres d’un opérateur elliptique et d’une fonction de transfert faisant intervenir la trace sur le bord du domaine du potentiel électrique au sein de la fibre.

La seconde partie de cette thèse est dédiée à l’optimisation de la forme d’un arbre bronchique ou d’une partie de cet arbre. Nous considérons un critère de type ‘énergie dissipée’. Dans une étude théorique, nous prouvons tout d’abord que le cylindre n’est pas une conduite optimale pour minimiser l’énergie dissipée par un fluide newtonien incompressible satisfaisant aux équations de Navier-Stokes. Nous effectuons ensuite des simulations en deux et trois dimensions afin de tester numériquement si l’arbre bronchique est ou non optimal.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Morgan BRASSEL

Dir. de thèse : Eric Bonnetier (Univ. Joseph Fourier) et Pierre Saramito (CNRS).

Instabilités de forme en croissance cristalline

Soutenue le 23 octobre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

Les circuits intégrés des puces électroniques sont gravés sur des films minces semi-conducteurs fabriqués par hétéro-épitaxie. Nous nous intéressons aux instabilités morphologiques qui peuvent apparaître au cours de la croissance de ces films. Du point de vue de la modélisation, les problèmes rencontrés en croissance cristalline sont essentiellement des problèmes de mouvement d’interfaces. Nous abordons le cas particulier du mouvement par courbure moyenne, ainsi que son approximation par la méthode de champ de phase via l’équation d’Allen-Cahn. La discrétisation par éléments finis que nous proposons permet de couvrir de nombreuses variantes de l’équation : conservation du volume, termes de forçage, anisotropie. Nous menons ensuite l’étude numérique d’un modèle variationnel de l’instabilité de Grinfeld. Celui-ci combine croissance cristalline et interactions élastiques, en couplant une équation d’Allen-Cahn à un système d’élasticité linéarisée pour le film. Une extension du modèle permet de prendre en compte le comportement élastique du substrat. Nous proposons, par ailleurs, un modèle de champ de phase pour l’étude de l’instabilité liée à la mise en paquet de marches en surface du film. L’étude numérique de ce modèle s’appuie sur un algorithme inspiré des techniques de recuit simulé. Celui-ci permet d’envisager la méthode de champ de phase comme un outil d’optimisation globale.

Eli LAUCOIN

Directeurs de thèse : Isabelle Charpentier (CNRS) et Christophe Calvin (CEA).

Développement du parallélisme des méthodes numériques adaptatives pour un code industriel de simulation en mécanique des fluides

Soutenue le 24 octobre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

Les méthodes numériques adaptatives constituent un outil de choix pour assurer la pertinence et l’efficacité de la résolution numérique d’équations aux dérivées partielles. Le travail de thèse présenté dans ce mémoire porte sur la conception, l’implémentation, et la validation d’une telle méthode au sein d’une plate-forme industrielle de simulation en mécanique des fluides. Du point de vue géométrique, la méthode proposée permet de prendre en compte tant le raffinement du maillage que son déraffinement, tout en garantissant la qualité des éléments qui le compose. Du point de vue numérique, nous utilisons le formalisme des éléments joints pour traiter les non-conformités du maillage, dans le cadre de la méthode de Volumes-éléments Finis proposée par la plate-forme Trio-U. Enfin, l’implémentation proposée repose sur les concepts des méthodes de décomposition de domaine, afin d’en garantir le bon comportement dans un contexte d’exécution parallèle.

Steve CHAUVET

Directeur de thèse : Abdeljalil Nachaoui (Université de Nantes).

Méthode multi-échelle pour la résolution des équations de la cinétique neutronique

Soutenue le 29 octobre 2008, Université de Nantes

Dans cette thèse et dans le but d'améliorer le ratio temps/précision des calculs de simulation numérique, nous explorons les techniques multi-échelles pour la résolution des équations de la cinétique des réacteurs. Nous choisissons de nous focaliser sur l'approximation mixte duale de la diffusion et sur les méthodes quasi-statiques. Nous introduisons une dépendance spatiale dans la fonction d'amplitude qui ne dépend que de la variable temps dans le contexte quasi-statique standard. Avec cette nouvelle factorisation, nous développons deux problèmes mixtes duaux qui peuvent être résolus avec le solveur MINOS du CEA. Un algorithme est implémenté, effectuant la résolution de ces problèmes définis sur des échelles différentes (en temps et espace). Nous nommons cette approche : la méthode Quasi-Statique Locale. Nous présentons ici cette approche multi-échelle et sa mise en œuvre. Les détails propres aux traitements de l'amplitude et de la forme sont développés et justifiés. Les résultats et performances, comparés à MINOS, sont étudiés. Ils illustrent l'amélioration du ratio temps/précision pour les calculs de cinétique. De plus, nous ouvrons de nouvelles possibilités pour paralléliser les calculs avec MINOS. Pour la suite, nous introduisons aussi quelques pistes d'amélioration avec les échelles adaptatives.

Florian LEMARIE

Directeurs de thèse : Eric Blayo (Université Joseph Fourier) et Laurent Debreu (INRIA Rhône-Alpes).

Algorithmes de Schwarz et couplage océan-atmosphère

Soutenue le 17 novembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

De nombreuses applications en océanographie et en météorologie côtière et opérationnelle nécessitent la mise en place de modèles locaux haute-résolution pour lesquels les interactions océan-atmosphère doivent être correctement représentées. Dans ce cas, la principale difficulté est de raccorder de manière consistante la solution des deux modèles à l'interface air-mer. Le travail présenté ici vise à adapter les méthodes de décomposition de domaine de type algorithmes de Schwarz pour résoudre ce problème d'une manière mathématiquement satisfaisante. Une difficulté importante provient notamment du caractère fondamentalement turbulent des couches limites près de l'interface air-mer. Pour aborder cet aspect, nous présentons dans un premier temps une synthèse des divers schémas de paramétrisation utiles. Puis nous étudions une formulation idéalisée du problème, sous la forme d'un couplage simplifié de deux équations de diffusion modélisant

RÉSUMÉS DE THÈSES

le mélange turbulent dans les couches limites, les coefficients de diffusion turbulente étant fournis par des paramétrisations usuelles. Afin d’assurer une convergence rapide de la méthode, nous recherchons des conditions de transmission optimisées. Nous déterminons celles-ci de manière analytique dans le cas de coefficients de diffusion constants et discontinus à l’interface, puis nous étendons ces résultats dans le cas de coefficients variables à l’aide d’une approche nouvelle. Dans une dernière partie, nous montrons comment les méthodes usuelles de couplage océan-atmosphère peuvent être décrites dans le formalisme des méthodes de Schwarz. Puis nous proposons une première application réaliste (formation et propagation d’un cyclone tropical) et présentons des résultats numériques préliminaires, obtenus avec une méthode non optimisée.

Julie VALEIN

Directeur de thèse : Serge Nicaise (Université de Valenciennes).

Stabilité de quelques problèmes d’évolution

Soutenue le 20 novembre 2008, LAMAV, Univ. de Valenciennes

Dans cette thèse nous étudions la stabilisation de quelques équations d’évolution par rétro-action (feedback). Tout d’abord, nous considérons la stabilisation de l’équation des ondes sur des réseaux 1-d par des feedbacks situés aux noeuds. Dans le premier chapitre, en supposant que le poids du feedback avec retard est plus petit que celui sans retard, nous donnons des conditions spectrales pour obtenir la stabilité forte, exponentielle ou polynomiale en nous ramenant à l’étude d’une inégalité d’observabilité pour le problème conservatif. Dans le second chapitre, nous transférons des inégalités d’observabilité à poids déjà existantes pour un autre problème conservatif en inégalités d’observabilité faibles pour le système dissipé sans retard. Grâce à une inégalité d’interpolation, nous obtenons des taux de décroissance explicites qui dépendent des propriétés géométriques et topologiques du réseau. Nous développons ensuite, dans le chapitre 3, une théorie abstraite pour les équations d’évolution du second ordre avec retard généralisant les résultats du chapitre 1. Nous étudions le cas où le retard dépend du temps pour les équations des ondes et de la chaleur dans le chapitre 4. En émettant certaines hypothèses sur ce retard et en utilisant une fonctionnelle de Lyapunov appropriée, nous prouvons que l’énergie est exponentiellement décroissante et nous donnons explicitement son taux de décroissance. Enfin, nous montrons dans le chapitre 5, qu’une technique de filtrage permet d’obtenir une décroissance quasi-exponentielle de l’équation des ondes discrétisée en espace par différences finies avec un amortissement interne.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Anne-Claire BENNIS

Directeur de thèse : Roger Lewandowski (IRMAR, Université de Rennes 1).

Etude de quelques modèles de turbulence pour l’océanographie

Soutenue le 24 novembre 2008, IRMAR, Université de Rennes 1

L’océan est turbulent et donc il est important de modéliser la turbulence océanique afin de mieux pouvoir en analyser les effets. Dans cette thèse, on étudie tant d’un point de vue théorique que numérique des modèles de turbulence pour des applications océanographiques. Dans une première partie, on présente un bref état de l’art sur les modèles de turbulence URANS (Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes) et LES (Large Eddy Simulation). La deuxième partie concerne les modèles URANS. On présente un nouveau modèle pour lequel on montre l’existence et l’unicité d’une solution dans le cas stationnaire. On montre que ce modèle est utilisable pour étudier la turbulence induite par le vent de surface en présence de convection, ce qui n’est pas le cas des modèles de Pacanowski-Philander et de Gent. Dans une troisième partie, on étudie un modèle LES. On adapte le modèle ‘Leray-déconvolution’ à des conditions aux limites de type océan/atmosphère. Pour cela, on introduit une équation continue de déconvolution dont la solution est utilisée comme vitesse advective dans le modèle ‘Leray-déconvolution’, ce qui nous amène à considérer un nouveau modèle LES, le modèle de déconvolution. On montre notamment que la solution du modèle de déconvolution converge vers une solution faible dissipative des équations de Navier-Stokes. On valide numériquement le modèle déconvolution en 2D grâce à des résultats DNS (Direct Numerical Simulation) dans des cas avec et sans bathymétrie.

David VANDERHAEGHE

Dir. de thèse : François Sillion (INRIA Rhône-Alpes) et Joëlle Thollot (Grenoble INP).

Distributions cohérentes de primitives pour le rendu expressif de scènes animées et le rendu en demi-tons

Soutenue le 24 novembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

Cette thèse s’intéresse à la distribution de primitives graphiques dans les domaines du rendu expressif et des systèmes d’impressions. Une distribution est le placement d’objets dans un espace, dans notre cas un espace à deux dimensions. Cette distribution suit une fonction d’importance décrivant la densité de primitives souhaitée en chacun des points de l’espace. La qualité de la distribution se mesure par l’observation de la position des objets placés, notamment au moyen d’analyses spectrales. Dans le domaine du rendu expressif, nous nous intéressons à la distribution de points dans le cadre du rendu animé à base de marques. Le rendu à base de marques permet d’obtenir des images mimant des médias traditionnels tels que la peinture. L’animation est obtenue en déplaçant

RÉSUMÉS DE THÈSES

les marques d’une image à l’autre. Pour obtenir un rendu visuellement satisfaisant, les marques doivent suivre un mouvement en entrée et remplir l’image suivant une fonction d’importance pour correctement représenter le style visé. De plus, les changements brutaux sont à éviter. Nous appelons cohérence temporelle le compromis entre ces trois contraintes. Nous développons une approche complète pour le rendu animé à base de marques proposant plusieurs méthodes de distribution de marques ainsi qu’un mécanisme de contrôle du style. Dans le cadre des systèmes d’impressions, nous proposons une méthode de distribution de points d’encre avec de bonnes qualités d’un point de vue perceptif, supprimant les répétitions présentes dans les travaux précédents. Cette méthode est suffisamment peu coûteuse en temps de calcul pour être utilisée par les imprimantes actuelles.

Huy Hoang NGUYEN

Directeur de thèse : Chérif Amrouche (Université de Pau et des Pays de l’Adour).

Equations de Navier-Stokes dans des domaines non bornés en dimension trois et problèmes elliptiques à données dans L^1

Soutenue le 26 novembre 2008, Université de Pau et des Pays de l’Adour

Cette thèse a trait à l’utilisation des espaces de Sobolev avec poids dans des problèmes liés directement ou indirectement à la mécanique des fluides. La première partie, divisée en trois chapitres, concerne la régularité des solutions des équations stationnaires de Navier-Stokes pour des fluides visqueux incompressibles en domaine non borné autour d’un obstacle ou remplissant tout l’espace tridimensionnel. Cette partie a donné aussi quelques résultats concernant les équations d’Oseen, ainsi que la caractérisation des noyaux du laplacien avec des conditions de Dirichlet au bord dans un ouvert extérieur en dimension n et d’Oseen dans un ouvert extérieur en dimension trois. Dans la seconde partie, on s’intéresse à certaines propriétés des opérateurs gradient, divergence et rotationnel, puis on donne des applications à quelques problèmes elliptiques dans l’espace tout entier et dans le demi-espace avec des données dans L^1 .

Florian BONZOM

Directeur de thèse : Chérif Amrouche (Université de Pau et des Pays de l’Adour).

Problèmes elliptiques en domaines non bornés : une approche dans des espaces de Sobolev avec poids

Soutenue le 28 novembre 2008, Université de Pau et des Pays de l’Adour

L’objet de cette thèse est la résolution de problèmes elliptiques dans différents domaines non bornés. Nous donnons des résultats fondamentaux d’existence et d’unicité en théorie L^p avec $1 < p < \infty$. Le cadre fonctionnel que nous avons choisi est celui des espaces de Sobolev avec poids, espaces similaires aux espaces de Sobolev classiques mais avec des poids

RÉSUMÉS DE THÈSES

qui contrôlent la croissance ou la décroissance des fonctions à l’infini. Ces poids, qui apparaissent de façon naturelle dans des inégalités de Hardy, nous permettent de démontrer les inégalités fondamentales de Poincaré à poids, reliant les normes des fonctions à celles de leurs dérivées.

Nous étudions l’opérateur de Laplace dans un domaine extérieur avec des conditions aux limites non homogènes mêlées, à savoir de type Dirichlet et Neumann, puis dans un domaine extérieur dans le demi-espace avec des conditions de type Dirichlet, Neumann et mêlées. Nous étudions également le problème de Stokes dans trois géométries non bornées : un domaine extérieur dans le demi-espace, un demi-espace perturbé et un domaine avec ouverture.

Nous remarquons que la majorité des géométries que l’on considère présentent une frontière elle-même non bornée. Cela entraîne une difficulté supplémentaire qui est d’obtenir des espaces de traces décrivant le comportement à l’infini de leurs éléments.

Enfin, nous nous intéressons également aux cas des solutions fortes (avec en particulier des résultats de régularité) et aux cas des solutions très faibles.

Diane LARLUS-LARRONDO

Directeur de thèse : Frédéric Jurie (Université de Caen).

Création et utilisation de vocabulaires visuels pour la catégorisation d’images et la segmentation de classes d’objets

Soutenue le 28 novembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Grenoble INP

Cette thèse s’intéresse à l’interprétation d’images fixes et en particulier à la reconnaissance de classes d’objets. Les différentes approches considérées sont toutes des variations du modèle par sac-de-mots, utilisant des représentations locales, quantifiées à l’aide d’un vocabulaire visuel. Nous nous intéresserons tout d’abord à l’étude de différentes méthodes de création du vocabulaire visuel et à l’évaluation de ces vocabulaires dans le contexte de la catégorisation d’images. Dans un deuxième temps, nous étudierons la segmentation de classes d’objets et verrons en particulier comment combiner les propriétés de régularisation très locales permises par un champ de Markov avec un modèle d’apparence basé sur des régions qui représentent chacune un objet et qui sont considérées comme des collections de mots visuels.

David POMMIER

Directeur de thèse : Yves Achdou (Université Paris Diderot).

Méthodes numériques sur des grilles sparse appliquées à l’évaluation d’options en finance

Soutenue le 28 novembre 2008, Lab. Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

Cette thèse regroupe plusieurs travaux relatifs à la résolution numérique d’équations aux dérivées partielles et d’équations intégro-différentielles issues de la modélisation

RÉSUMÉS DE THÈSES

stochastique de produits financiers.

La première partie des travaux est consacrée aux méthodes de Sparse Grid appliquées à la résolution numérique d'équations en dimension supérieure à trois. Deux types de problèmes sont abordés. Le premier concerne l'évaluation d'options vanilles dans un modèle à sauts avec une volatilité stochastique multifacteurs. La résolution numérique de l'équation de valorisation, posée en dimension 4, est obtenue à l'aide d'une méthode de différences finies sparse et d'une méthode de collocation pour la discrétisation de l'opérateur intégral. Le second problème traite de l'évaluation de produits sur un panier de plusieurs sous-jacents. Il nécessite le recours à une méthode de Galerkin sur une base d'ondelettes obtenue à l'aide d'un produit tensoriel sparse.

La seconde partie des travaux concerne des estimations d'erreur a posteriori pour des options américaines sur un panier de plusieurs actifs.

Anne-Gaëlle SAINT-GUIRONS

Directrice de thèse : Hélène Barucq (INRIA, Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Construction et analyse de conditions absorbantes de type Dirichlet-to-Neumann pour des frontières ellipsoïdales

Soutenue le 28 novembre 2008

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Dans cette thèse, nous proposons une nouvelle classe de conditions aux limites absorbantes locales de type DtN (ou Robin généralisées) à utiliser pour des frontières artificielles de forme elliptique (2D) ou sphéroïdale prolata (3D), c'est-à-dire adaptées à des obstacles de forme allongée. Ces nouvelles conditions absorbantes sont construites de façon à être exactes pour les premiers modes. Elles peuvent être facilement incorporées dans un code d'éléments finis tout en préservant la structure locale du système algébrique. De plus, comme elles sont adaptées à des obstacles allongés, elles permettent de prendre en compte un domaine de calcul plus petit, ce qui contribue à limiter les coûts numériques. Nous montrons que la condition DtN d'ordre 2 construite est performante en régime basse fréquence pour les problèmes de scattering 2D et 3D, dans le cadre d'une formulation On-Surface Radiation Condition (OSRC). Cette condition conserve sa précision quel que soit l'allongement de la frontière artificielle elliptique (2D) ou ellipsoïdale (3D). Pour des régimes de fréquences plus élevées, on étudie la formulation en volume du problème. On observe qu'il n'est pas nécessaire de trop éloigner la frontière pour avoir un bon niveau de précision, et tout particulièrement lorsque l'on considère la condition DtN d'ordre 2. Afin de préciser cette observation, nous avons mené une analyse haute fréquence pour mesurer l'amplitude des réflexions parasites générées par la frontière artificielle. On montre que le coefficient de réflexion associé à une famille de modes propagatifs tend vers 0 comme une puissance inverse de λka où λ exprime la distance entre

RÉSUMÉS DE THÈSES

l'obstacle et la frontière artificielle et ka désigne la fréquence. De plus, en choisissant une sous-classe particulière de modes, on affine ce résultat et on obtient que si l'excentricité est supérieure à 0.5, le coefficient de réflexion tend vers 0 de façon exponentielle et ce résultat est valable pour toute la sous-classe de modes considérés, qu'ils soient propagatifs, rampants ou évanescents.

Mots-clés : Conditions aux limites absorbantes, Equation d'Helmholtz, Coordonnées elliptiques, Coordonnées sphéroïdales prolates, Opérateur Dirichlet-to-Neumann, Conditions de radiation, Problèmes de scattering.

Gilles VILMART

Directeurs de thèse : Philippe Chartier (INRIA Rennes et ENS Cachan Bretagne)
et Ernst Hairer (Université de Genève).

Etude d'intégrateurs géométriques pour des équations différentielles

Soutenue le 1er décembre 2008, INRIA Rennes et ENS Cachan Bretagne

Le sujet de la thèse est l'étude et la construction de méthodes numériques géométriques pour les équations différentielles, c'est-à-dire qui préservent des propriétés géométriques du flot exact, notamment la symétrie, la symplecticité des systèmes hamiltoniens, la conservation d'intégrales premières, la structure de Poisson, etc. Ce mémoire s'articule en trois parties étroitement liées.

Tout d'abord, on introduit une nouvelle approche de construction d'intégrateurs numériques géométriques d'ordre élevé, en s'inspirant de la théorie des équations différentielles modifiées (backward error analysis). Le cas des méthodes développables en B-séries est spécifiquement analysé, et on introduit une nouvelle loi de composition sur les B-séries. L'efficacité de cette approche est illustrée par la construction d'un nouvel intégrateur géométrique d'ordre élevé pour les équations du mouvement d'un corps rigide. On obtient également une méthode numérique précise pour le calcul de points conjugués pour les géodésiques du corps rigide. On étudie ensuite dans quelle mesure les excellentes performances des méthodes symplectiques, pour l'intégration à long terme en astronomie et en dynamique moléculaire, persistent pour les problèmes de contrôle optimal. On discute également l'extension de la théorie des équations modifiées aux problèmes de contrôle optimal.

La dernière partie est dédiée aux méthodes de pas fractionnaire (splitting en anglais). Dans le même esprit que les équations modifiées, on considère des méthodes de splitting pour les systèmes hamiltoniens perturbés, qui font intervenir des potentiels modifiés. On termine par la construction de méthodes de splitting d'ordre élevé avec coefficients complexes pour les équations aux dérivées partielles paraboliques, notamment les problèmes de réaction-diffusion en chimie.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Ali SROUR

Directeurs de thèse : Guy Barles (Université de Tours), Olivier Ley (Université de Tours) et Maïtine Bergounioux (Université d'Orléans).

Étude de deux approches mathématiques complémentaires pour un problème de reconstruction tomographique

Soutenue le 2 décembre 2008, Université de Tours

Les travaux présentés dans cette thèse sont divisés en quatre parties. La première est consacrée à la présentation du modèle de reconstruction tomographique. Deux approches sont utilisées dans cette reconstruction : une approche variationnelle et une approche par lignes de niveaux (Level-Set). Dans la deuxième partie, nous traitons l'approche variationnelle qui consiste en un problème de minimisation non-différentiable avec une contrainte non convexe, d'intérieur vide pour les topologies usuelles. Pour résoudre ce problème, nous commençons par relaxer la contrainte et obtenons un problème approché pour lequel la contrainte est toujours non-convexe mais exprimée sous forme d'inégalités.

Ensuite, par une méthode de pénalisation, en utilisant une méthode de Programmation Mathématique, un système d'optimalité est établi pour le problème pénalisé. Enfin, nous prouvons des estimations a priori pour passer du problème pénalisé au problème relaxé.

L'étude numérique de l'approche précédente est faite dans la troisième partie. Elle est basée sur le système d'optimalité, la méthode d'Uzawa et une méthode de gradient à pas optimal pour écrire un schéma numérique.

Dans la quatrième partie, nous nous intéressons à l'approche par lignes de niveaux pour résoudre des problèmes de propagation de fronts. Cette méthode fait apparaître des équations de type Hamilton-Jacobi du second ordre avec un terme non-local. Nous prouvons l'existence et l'unicité d'une solution de viscosité pour ces équations dans deux cas : celui des fronts compacts et celui des fronts non compacts. Dans le cas compact, contrairement au cas non-compact, nos résultats sont valables pour des Hamiltoniens qui peuvent être non-bornés par rapport au terme non-local.

Alain CAMANES

Directeur de thèse : Philippe Carmona (Université de Nantes).

Polymères dirigés et Réseaux conducteurs de chaleur - Systèmes de mécanique statistique à l'équilibre et hors équilibre

Soutenue le 3 décembre 2008, Université de Nantes

Dans cette thèse, nous étudions deux exemples issus de la mécanique statistique. Les polymères dirigés en environnement aléatoire sont un modèle de système se trouvant à l'état d'équilibre. Nous donnons un critère de comparaison entre les entropies du réseau et de l'environnement permettant d'améliorer la borne inférieure sur la température critique. Nous utilisons également certains résultats

RÉSUMÉS DE THÈSES

connus dans le cadre de l'équation d'Anderson parabolique pour obtenir le comportement asymptotique de l'énergie libre. Par ailleurs, nous utilisons les polynômes dirigés pour donner une preuve simple de l'indépendance de la fonction de Lyapunov de l'équation d'Anderson parabolique par rapport à la condition initiale. Les réseaux conducteurs de chaleur sont étudiés hors équilibre. Lorsque les potentiels d'interaction sont quadratiques, nous donnons une interprétation géométrique de la condition d'existence et d'unicité de la mesure invariante via un théorème de complétude. Dans le cas où cette condition fait défaut, nous explicitons une quantité invariante par le flot hamiltonien. Nous généralisons ensuite les résultats d'unicité à des potentiels analytiques. Nous montrons que la condition d'Hörmander est suffisante pour avoir l'unicité de la mesure invariante via la contrôlabilité puis grâce au principe de Lasalle. Nous évoquerons également le problème de l'existence de telles mesures.

Raphaël KUATE

Dir. de thèse : Frédéric Hecht (Laboratoire Jacques-Louis Lions, Univ. Paris 6).

Adaptation de maillage anisotrope : étude, construction d'estimateurs d'erreur et raffinement hexaédrique

Soutenue le 3 décembre 2008, Lab. Jacques-Louis Lions, Univ. Paris 6

Cette thèse est consacrée aux études théoriques et numériques des problèmes suivants, liés à l'adaptation de maillage anisotrope : - les métriques et estimateurs d'erreur - les modifications locales de maillages hexaédriques et quadrilatéraux. Nous procédons à la mise en œuvre de nouveaux algorithmes, schémas numériques et méthodes. Notamment en codant dans le logiciel *Freefem++* de nouvelles méthodes de reconstruction d'estimateurs d'erreur et de construction de métriques.

Nous étudions trois des méthodes de reconstruction de la matrice hessienne, estimateur d'erreur d'interpolation de Lagrange à l'ordre deux qui sont : - la reconstruction de la matrice hessienne par moindres carrés - la méthode basée sur la formule de Green - l'approximation locale de la fonction par un polynôme du second degré.

Nous proposons une nouvelle approche basée sur l'interpolation polynomiale locale par maille et un schéma aux différences finies. Nous établissons des propriétés de stabilité et de convergence ainsi que des résultats numériques en dimension deux. Nous étudions aussi la reconstruction des dérivées troisièmes par moindres carrés. Nous proposons également de nouvelles estimations d'erreur d'interpolation de Lagrange à l'ordre trois sans calcul direct de dérivées troisièmes. Il est aussi proposé un algorithme de construction de métriques à partir d'une estimation d'erreur pouvant être représentée localement par une courbe fermée, applicable à l'erreur d'interpolation polynomiale d'ordre supérieur.

Enfin, nous proposons de nouvelles opérations de raffinement ou dé-raffinement local de maillages hexaédriques. Nous faisons une étude des techniques existantes en proposant de nouvelles caractérisations des transformations locales de maillages quadrilatéraux et hexaédriques.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Fanny GODET

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

Prévision linéaire des processus à longue mémoire

Soutenue le 5 décembre 2008, Université de Nantes

Nous étudions des méthodes de prévision pour les processus à longue mémoire. Ils sont supposés stationnaires du second ordre, linéaires, causals et inversibles. Nous supposons tout d’abord que l’on connaît la loi du processus mais que l’on ne dispose que d’un nombre fini d’observations pour le prédire. Nous proposons alors deux prédicteurs linéaires : celui de Wiener-Kolmogorov tronqué et celui construit par projection sur le passé fini observé. Nous étudions leur comportement lorsque le nombre d’observations disponibles tend vers l’infini. Dans un deuxième temps nous ne supposons plus la loi du processus connue, il nous faut alors estimer les fonctions de prévision obtenues dans la première partie. Pour le prédicteur de Wiener-Kolmogorov tronqué, nous utilisons une approche paramétrique en estimant les coefficients du prédicteur grâce à l’estimateur de Whittle calculé sur une série indépendante de la série à prédire. Pour le prédicteur obtenu par projection, on estime les coefficients du prédicteur en remplaçant dans les équations de Yule-Walker les covariances par les covariances empiriques calculées sur une série indépendante ou sur la série à prédire. Pour les deux prédicteurs, on estime les erreurs quadratiques dues à l’estimation des coefficients et on prouve leurs normalités asymptotiques.

Jimmy LAMBOLEY

Directeur de thèse : Michel Pierre (ENS Cachan).

Variations autour de formes optimales et irrégulières

Soutenue le 5 décembre 2008, IRMAR, Université Rennes 1

Cette thèse s’inscrit dans le domaine des mathématiques appelé **Optimisation de forme**. Plus spécifiquement, on s’est attaché aux difficultés liées à l’écriture des conditions d’optimalité, et à leurs utilisations. Les deux obstacles majeurs qui ont été analysés sont les suivants :

- gérer des formes dont on ne connaît pas a priori la **régularité**,
- gérer des **contraintes géométriques fortes**, c’est-à-dire qui ne permettent que très peu de variations pour écrire l’optimalité (par exemple la **convexité**).

Les résultats obtenus sont décrits dans les quatre chapitres de cette thèse :

- le premier vise à établir un cadre de différentiation de forme valable pour des formes presque sans régularité a priori,
- le chapitre 2 s’attache à l’analyse des conditions d’optimalité sous contrainte de convexité, en dimension 2, et leurs applications à une classe de problèmes où les formes optimales sont nécessairement des polygones,
- le troisième chapitre se focalise sur deux problèmes classiques de l’optimisation de forme des valeurs propres du laplacien, qui montrent bien les deux types de difficultés évoquées ci-dessus. On y démontre des résultats de régularité, et aussi

RÉSUMÉS DE THÈSES

de non-régularité, des formes optimales pour ces problèmes ; on obtient des limites de régularité en $C^{1,1/2}$ qui sont nouvelles et optimales,

- le dernier chapitre est motivé par la question des problèmes elliptiques partiellement surdéterminés, et on construit des contre-exemples liés à l'optimisation de forme.

Mots-clés : Optimisation de forme, dérivées de forme, frontières libres, régularité, contrainte de convexité, théorie spectrale, EDP surdéterminées.

Romain BOULET

Directeur de thèse : Jean-Loup Abbé (Université Toulouse II).

Comparaison de graphes, applications à l'étude d'un réseau de sociabilité paysan au Moyen Âge

Soutenue le 8 décembre 2008, Université Toulouse II

L'objectif de cette thèse est de comparer des graphes à l'aide d'outils algébriques (en particulier les éléments propres de matrices associées au graphe).

Un premier aspect de cette comparaison de graphes est l'étude d'un réseau social entre paysans au Moyen Âge. Les éléments propres du Laplacien nous permettent de mettre en évidence certaines communautés ; en couplant ce résultat à une étude métrologique et des méthodes statistiques, on peut obtenir une représentation simplifiée du réseau. La comparaison de deux réseaux peut alors passer par la comparaison des deux représentations obtenues.

Comparer deux graphes en connaissant uniquement leurs spectres (pour une matrice donnée, adjacence ou Laplacien par exemple) soulève la question de savoir si deux graphes possédant le même spectre sont isomorphes. En d'autres termes : « Quels sont les graphes déterminés par leur spectre ? ». A l'heure actuelle, on ne connaît que peu de graphes répondant à cette question et trouver de nouvelles familles de graphes déterminés par leur spectre permet d'apporter de nouveaux éléments de réponse.

Dans cette thèse, nous exposons une méthode de dénombrement de marches fermées sur un graphe permettant de montrer la non-cospectralité (pour la matrice d'adjacence) de deux graphes donnés. Ensuite, de nouvelles classes de graphes déterminés par leur spectre sont montrées.

Mots-clés : graphe, réseau, réseau social, réseau social entre paysans au Moyen Âge, spectre, graphes déterminés par leur spectre, cospectralité, marches fermées, matrice d'adjacence, Laplacien.

Catherine CABUZEL

Directeur de thèse : Alain Piétrus (Université des Antilles et de la Guyane).

Résolution d'inclusions variationnelles par des méthodes multipoints et des méthodes classiques dans le cadre sous-analytique

Soutenue le 8 décembre 2008, Université des Antilles et de la Guyane

Dans cette thèse, l'étude menée consiste à établir de nouveaux résultats semi-numériques en vue de la résolution d'inclusions variationnelles de la forme $0 \in f(x) + F(x)$ (*) où $f : X \rightarrow Y$ est une fonction et $F : X \rightrightarrows Y$ est une application multivoque dont le graphe est fermé, X et Y étant deux espaces de Banach.

La première partie est consacrée aux rappels de définitions et propriétés sur la continuité lipschitzienne, les ensembles et fonctions sous-analytiques et les applications multivoques. Dans la seconde partie, l'étude de la méthode multipoints, inspirée d'une formule d'interpolation de Traub, est faite lorsque la dérivée seconde $\nabla^2 f$ de f vérifie une condition de type Lipschitz, puis Hölder, enfin Hölder centrée en une solution x^* de (*). Notons que la méthode multipoints utilise une formule d'approximation de f ne faisant intervenir que la fonction f et sa dérivée de Fréchet ∇f . La troisième partie est consacrée à l'étude d'inclusions variationnelles dans le cadre sous-analytique avec $X \subset \mathbb{R}^n$ et utilise un résultat dû à Bolte et al. Nous présentons la résolution de (*) par une méthode de type Newton puis nous examinons un problème perturbé de la forme $0 \in f(x) + g(x) + F(x)$ (**), g étant la fonction de perturbation. La résolution de (**) est faite par une méthode de type Newton-sécante lorsque g admet des différences divisées d'ordre un et deux, puis par une méthode de type Steffensen lorsque g admet des différences divisées d'ordre un. Nous terminons notre travail par une méthode itérative lorsque g est lipschitzienne.

Mots-clés : Applications multivoques, Aubin-continuité, Condition de type Hölder centrée, Condition de type (ν, p) -Hölder, fonctions sous-analytiques, sous-différentiel de Clarke.

Claire TAUVEL

Directeur de thèse : Anatoli Iouditski (Université Joseph Fourier).

Optimisation stochastique à grande échelle

Soutenue le 9 décembre 2008, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. Joseph Fourier

L'objet de cette thèse est l'étude d'algorithmes itératifs permettant de résoudre des problèmes d'optimisation convexe avec ou sans contraintes fonctionnelles, des problèmes de résolutions d'inégalités variationnelles à opérateur monotone et des problèmes de recherche de point selle. Ces problèmes sont envisagés lorsque la dimension de l'espace de recherche est grande et lorsque les valeurs des différentes fonctions étudiées et leur sous/sur-gradients ne sont pas connues exactement et ne sont accessibles qu'au travers d'un oracle stochastique. Les algorithmes que nous étudions sont des adaptations au cas stochastique de deux algorithmes : le premier inspiré de la méthode de descente en miroir de Nemirovski et Yudin et le second, de l'algorithme d'extrapolation duale de Nesterov. Pour chacun de ces deux algorithmes, nous donnons des bornes pour l'espérance et pour les déviations modérées de l'erreur d'approximation sous différentes hypothèses de régularité pour tous les problèmes sans contraintes fonctionnelles envisagés et nous donnons des versions adaptatives de ces algorithmes qui permettent de s'affranchir de connaître certains paramètres de ces problèmes non accessibles en pratique. Enfin nous montrons comment, à l'aide d'un algorithme auxiliaire ins-

RÉSUMÉS DE THÈSES

piré de la méthode de Newton et des résultats obtenus lors de la résolution des problèmes de recherche de point selle, il est possible de résoudre des problèmes d’optimisation sous contraintes fonctionnelles.

Cécile LOUCHET

Directeur de thèse : Lionel Moisan (MAP5, Université Paris Descartes).

Modèles variationnels et bayésiens pour le débruitage d’images : de la variation totale vers les moyennes non-locales

Soutenue le 10 décembre 2008, MAP5, Université Paris Descartes

Le modèle ROF (Rudin, Osher, Fatemi), introduit en 1992 en utilisant la variation totale comme terme de régularisation pour la restauration d’images, a fait l’objet de nombreuses recherches théoriques et numériques depuis. Dans cette thèse, nous présentons de nouveaux modèles inspirés de la variation totale mais construits par analogie avec une méthode de débruitage beaucoup plus récente et radicalement différente : les moyennes non locales (*NL-means*). Dans une première partie, nous transposons le modèle ROF dans un cadre bayésien, et montrons que l’estimateur associé à un risque quadratique (moyenne a posteriori) peut être calculé numériquement à l’aide d’un algorithme de type MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), dont la convergence est soigneusement contrôlée compte tenu de la dimension élevée de l’espace des images. Nous montrons que le débruiteur associé permet notamment d’éviter le phénomène de *staircasing*, défaut bien connu du modèle ROF. Dans la deuxième partie, nous proposons tout d’abord une version localisée du modèle ROF et en analysons certains aspects : compromis biais-variance, EDP limite, pondération du voisinage, etc. Enfin, nous discutons le choix de la variation totale en tant que modèle a priori, en confrontant le point de vue géométrique (modèle ROF) au cadre statistique (modélisation bayésienne).

Mots-clés : Débruitage d’images, variation totale, modèles bayésiens, maximum a posteriori, moyenne a posteriori, effet de *staircasing*, algorithme de *Monte-Carlo Markov Chains*, filtre à voisinage, moyennes non-locales, compromis biais-variance.

Carole ERBA

Directeur de thèse : Michel Zinsmeister (Université d’Orléans).

Interactions de deux plaques planes mises en incidence dans un écoulement bidimensionnel de fluide parfait

Soutenue le 15 décembre 2008, Université d’Orléans

Après avoir donné quelques notions de mécanique des fluides, nous expliquons rapidement l’établissement des équations d’Euler qui régissent les mouvements de fluide parfait, et nous rappelons quelques éléments de la théorie des écoulements à potentiel complexe. Nous étudions ensuite l’écoulement bidimensionnel d’un fluide parfait autour d’un seul obstacle, en particulier pour un obstacle symétrique

RÉSUMÉS DE THÈSES

peu régulier. C'est l'un des principaux résultats de ce travail. Nous étudions ensuite l'écoulement autour de deux obstacles, à l'aide des fonctions elliptiques, et nous cherchons en particulier quelles sont les positions relatives possibles de deux plaques planes de même inclinaison avec sillages de Helmholtz. Ce problème est numérisé. Nous démontrons également que quand deux plaques de même inclinaison se rapprochent, l'écoulement autour des deux plaques converge, au sens de Carathéodory, vers l'écoulement autour d'une seule plaque. Nous finissons par comparer nos résultats obtenus analytiquement et numériquement à nos résultats expérimentaux réalisés en soufflerie.

Mots-clés : Transformation conforme, espace BMO, fonctions elliptiques, fluide parfait, sillage de Helmholtz, écoulement bidimensionnel.

Mouhamad JRADEH

Directrice de thèse : Maïtine Bergounioux (Université d'Orléans).

Sur les équations d'ondes amorties dérivées de la modélisation de l'activité cérébrale

Soutenue le 15 décembre 2008, Université d'Orléans

Dans ce travail, on s'est intéressé à une équation des ondes amortie intervenant dans un modèle de l'activité cérébrale :

$$\psi_{tt} + (\omega_0^2 - c^2 \Delta) \psi + 2\omega_0 \psi_t = (\omega_0^2 + \omega_0 \frac{\partial}{\partial t}) S(\psi + p)$$

Elle a été établie par Jirsa et Haken en 1996. Ici $\psi(x, t)$ représente la valeur l'onde provenant de l'activité cérébrale au point x à l'instant t . La fonction p est un stimulus externe se propageant à travers le thalamus. Nous nous sommes attachés à

1. justifier l'origine physiologique de cette équation et affiner le modèle pour des cas plus réalistes.
2. démontrer l'existence et l'unicité d'une solution et discuter le cas où l'énergie de la solution décroît exponentiellement vers zéro à l'infini.
3. construire un schéma numérique stable, et le valider avec des simulations numériques.
4. étudier un problème d'identification de l'impulsion thalamique (la fonction $p(t, x)$).

Mots-clés : Neurosciences, impulsion thalamique, équation d'onde, schéma aux différences finies.

Mikaël ROGER

Directeurs de thèse : Jean-Pierre Conze (IRMAR, Université Rennes 1) et Stéphane Leborgne (IRMAR, Université Rennes 1).

**Propriétés stochastiques de systèmes dynamiques et théorèmes limites :
exemples des sommes de Riesz-Raikov et des composés d'automorphismes du
tore**

Soutenue le 18 décembre 2008, IRMAR, Université Rennes 1

Ce travail met en jeu plusieurs systèmes dynamiques sur des tores en dimension finie, pour lesquels on sait établir des théorèmes limites, qui permettent de préciser leur comportement stochastique. On généralise d'abord le théorème limite local usuel sur un sous-shift de type fini, en ajoutant un terme de perturbation, en reprenant la preuve classique, par des techniques d'opérateurs. On en déduit un théorème limite local pour les sommes de ' Riesz-Raikov unitaires étendues ', et des observables höldériennes. Pour cela, on reprend une méthode employée par Bernard Petit, en utilisant des codages symboliques, et le théorème limite local avec perturbation. Puis, on présente plusieurs situations de composées d'automorphismes hyperboliques du tore en dimension deux pour lesquelles on sait établir un théorème limite central quelque soit le choix de la composée. En particulier, on aborde le cas des matrices à coefficients entiers positifs.

Annonces de Colloques

par Thomas HABERKORN

ANNONCES DE COLLOQUES

Février 2009

JOURNÉE SMAI-IMDR MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES ET SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

le 6 février 2009, à Pau

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

GAMM ANNUAL MEETING

du 9 au 13 février 2009, à Gdansk (Pologne)

<http://www.gamm2009.pl/>

Mars 2009

JOURNÉES D'ÉTUDE MÉTÉO-SMAI-IMT

du 25 au 26 mars 2009, à Toulouse

http://www.math.univ-toulouse.fr/~baehr/meteo_SMAI/

Avril 2009

JOURNÉE SUR L'OPTIMISATION TOPOLOGIQUE DE FORMES

le 6 avril 2009, à Palaiseau

<http://www.cmap.polytechnique.fr/mmnschair/workshop.html>

TROISIÈME CONFÉRENCE "NUMERICAL METHODS IN FINANCE"

du 15 au 17 avril 2009, à Marne la Vallée

<http://cermics.enpc.fr/cnf.htm>

SPRING SCHOOL ON VARIATIONAL ANALYSIS 2009

du 19 au 25 avril 2009, à Paseki (République Tchèque)

<http://www.karlin.mff.cuni.cz/katedry/kma/ss/apr09>

Mai 2009

MÉLINA/MÉLINA++ : UNE LIBRAIRIE ÉLÉMENTS FINIS POUR CHERCHEURS ET INGÉNIEURS

du 13 au 15 mai 2009, à Dinard

http://anum-maths.univ-rennes1.fr/atelier_melina/2009/

ANNONCES DE COLLOQUES

SIAM CONFERENCE ON APPLICATIONS OF DYNAMICAL SYSTEMS (DS09)

du 17 au 22 mai 2009, à Snowbird (Utah)

<http://www.siam.org/meetings/ds09/>

THÉORIE DES SYSTÈMES : MODÉLISATION, ANALYSE ET CONTRÔLE

du 25 au 28 mai 2009, à Fes (Maroc)

<http://www.theoriedessystemes.net/Fes2009/>

INDAM SCHOOL ON SYMMETRY FOR ELLIPTIC PDES : 30 YEARS AFTER A CONJECTURE OF DE GIORGI AND RELATED PROBLEMS

du 25 au 29 mai 2009, à Rome (Italie)

<http://www.mat.uniroma2.it/~valdinoc/scuola-indam.html>

LES 41ÈMES JOURNÉES DE LA STATISTIQUE

du 25 au 29 mai 2009, à Bordeaux

<http://www.sm.u-bordeaux2.fr/JDS2009/index.html>

6TH EUROPEAN CONFERENCE ON ELLIPTIC AND PARABOLIC PROBLEMS

du 25 au 29 mai 2009, à Gaeta (Italie)

<http://www.math.uzh.ch/gaeta2009>

Juin 2009

MAMERN 2009 : 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPROXIMATION METHODS AND NUMERICAL MODELING IN ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

du 8 au 11 juin 2009, à Pau

<http://lma.univ-pau.fr/meet/mamern09/>

CONFERENCE WAVES 2009

du 15 au 19 juin 2009, à Pau

<https://waves-2009.bordeaux.inria.fr>

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>

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/>

ANNONCES DE COLLOQUES

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 l'ENS Cachan Bretagne

<http://w3.bretagne.ens-cachan.fr/math/macadam/workshop/>

Septembre 2009

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](http://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~berthon/conferences/castro_2009/debut.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 l'Université Paris Sud, Orsay

<http://www.math.u-psud.fr/pdemp>

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

www.siam.org/catalog

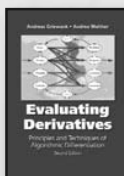


Hidden Markov Models and Dynamical Systems

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

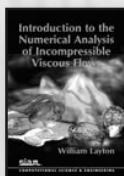


Evaluating Derivatives: Principles and Techniques of Algorithmic Differentiation, Second Edition

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



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

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

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.**



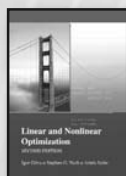
Scientific Computing with Case Studies

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



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

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

A Unified Approach to Boundary Value Problems

Athanassios 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.

Notes de lecture

par Paul SABLONNIÈRE

NOTES DE LECTURE

RICHARD BECKER : *Ordered Banach Spaces*, Editeur HERMANN - *Mathématiques*
- 132 Pages ; ISBN 978 27056 6721 4

La structure d'ordre est naturelle sur la droite réelle, mais elle ne passe pas facilement dans le plan et encore moins facilement dans les espaces de dimension infinie, cependant ce livre est consacré aux espaces ordonnés en toute dimension ! En fait, sur la droite il existe un ordre intuitif lié précisément à la relation d'ordre sur les nombres réels, cette dernière n'a pas besoin de géométrie pour se comprendre, mais en dimension supérieure à un la géométrie est absolument nécessaire et les objets géométriques nécessaires s'ils sont assez simples, ne sont pas très familiers de nos jours, ces objets sont des cônes, c'est-à-dire les plus simples et les plus naturels que l'on rencontre dans les espaces vectoriels après les plans, les droites et les demi-droites, mais ils sont essentiellement non linéaires, même s'ils possèdent encore des bribes de linéarité puisqu'ils vivent dans des espaces vectoriels ! L'Introduction donne toutes les définitions utiles et les propriétés élémentaires des cônes et des espaces vectoriels ordonnés.

Pourquoi s'intéresser aux espaces ordonnés ? C'est parce qu'ils ont des applications dans de nombreux domaines de l'analyse et des probabilités et qu'ils conduisent à de beaux résultats dont certains peuvent être très utiles notamment en analyse non linéaire : il suffit de penser à des ensembles de fonctions positives, aux solutions de systèmes différentiels ou aux dérivées partielles non linéaires. les principes du maximum, la comparaison de solutions lorsque les solutions sont multiples, enfin les notions de sur-solutions ou de sous-solutions, la théorie du potentiel utilisent de manière évidente, mais rarement mis en lumière, des espaces ordonnés sous une forme assez primitive mais qu'il serait sans doute intéressant de développer et d'exploiter

L'auteur souligne que le livre est d'un niveau abordable par un étudiant de M2 ayant quelques connaissances élémentaires d'analyse fonctionnelle. Dès que l'on a assimilé les notions de base sur les propriétés des cônes, propriétés données dans l'Introduction et après la lecture du premier chapitre, il est possible de lire le

REVUE DE PRESSE

livre de façon très locale en prêtant une plus grande attention aux points susceptibles d’être utiles dans certaines applications ou d’éveiller la curiosité du lecteur. Pour entrer un peu dans les détails, on peut mettre en valeur quelques points particuliers : après des remarques sur l’état de l’art qui permettent à l’auteur de faire un historique sur le sujet, sont abordés des théorèmes de factorisation, - on notera plus particulièrement le lemme de Rosenthal et ses conséquences - puis on trouve un chapitre consacré aux mesures coniques, suivi de chapitres sur les cônes convexes, les opérateurs positifs, les opérateurs sommants, les opérateurs intégraux. Enfin le livre propose dans plusieurs Appendices des compléments sur les opérateurs convexes ou concaves, sur des problèmes intéressants et des commentaires historiques qui précisent les motivations et les centres d’intérêt de l’auteur.

La rédaction de l’ouvrage est d’une grande clarté ce qui rend la lecture facile et agréable ; les théorèmes sont formulés de manière précise, les démonstrations sont courtes, ce qui facilite une compréhension rapide. L’éditeur qui a une très longue expérience de la publication de textes mathématiques a fait un remarquable travail de présentation qui tient compte du fait que la lecture d’un ouvrage scientifique, notamment de mathématiques, n’est pas comparable à celle d’un roman ou d’un article de journal dans lesquels on peut admettre des ruptures de style et de format. Pour les textes mathématiques le confort et la facilité de la lecture sont essentiels à la compréhension des contenus.

On quitte le livre avec un sentiment de reconnaissance envers l’auteur qui a mis beaucoup de lui-même pour faire passer au lecteur sa connaissance et sa passion du sujet. Ce livre est aussi un hommage à Gustave Choquet, un grand mathématicien, un grand maître.

Ce livre est à recommander aux bibliothèques et aux lecteurs qui pensent encore que l’on peut apprendre et aimer les mathématiques en lisant des livres et en allant écouter des leçons et des exposés de séminaires.

Le prix - 43 euros - pourrait faire hésiter le lecteur, mais s’il fait cet investissement il ne le regrettera pas, le plaisir qu’il en retirera n’a pas de prix !

Par G. Tronel

JEAN-PIERRE BROSSARD : *Dynamique du véhicule*, Modélisation des systèmes complexes, Editeur Presses polytechniques et universitaires romandes
- MÉCANIQUE (714 Pages ; ISBN 2-88074-644-2)

Il me semble que l’auteur aurait pu permuter titre et sous-titre, car ce livre est un traité qui expose une méthodologie adaptée à l’étude d’un système mécanique complexe - un véhicule automobile - mais le cadre général proposé pourrait être appliqué à tout autre objet technique - un train à grande vitesse, un avion, une fusée, une station spatiale, un LHC. L’auteur est sans doute l’un des meilleurs spécialistes de la dynamique de l’automobile et il a développé une méthode sur ce cas particulier. C’est à la lecture de cet ouvrage que l’on rencontre une série de problèmes de mathématiques terriblement complexes, mais fort intéressants à plus d’un titre. Ce livre est aussi un ouvrage de référence sur une démarche possible de modélisation. Le technicien ne part pas en général d’une idée abstraite, il part d’un objet qu’il soumet à sa sagacité afin de comprendre son fonctionnement, d’améliorer ses performances, de le transformer pour répondre à des objectifs précis. Pour ce faire il faut utiliser des résultats connus sur des objets analogues, utiliser des comptes rendus d’essais, recalculer certaines parties, repenser la forme de certaines pièces mécaniques, faire des simulations à partir de modèles élaborés en à partir de connaissances théoriques tirées de la physique, de la mécanique, de la résistance des matériaux, de contraintes notamment économiques et financières, et bien entendu des mathématiques. La démarche de modélisation du technicien est un peu différente de celle du mathématicien : celui-ci part bien souvent d’une idée inspirée des sciences appliquées et essaie de construire un modèle qui va le conduire à des équations ; pratiquement jusqu’au milieu du vingtième siècle un modèle mathématique était presque toujours une équation ou un système d’équations différentielles ou aux dérivées partielles ; aujourd’hui les modèles sont devenus plus complexes, ils font appel à de nombreuses disciplines, ainsi un modèle du cœur met en œuvre la géométrie, l’élasticité, la mécanique des fluides non newtoniens, la biologie, la chimie, la médecine.

Je recommande vivement la lecture de cette somme pour plusieurs raisons. Tout d’abord il n’est en rien une notice technique savante sur la mécanique de l’automobile, ce n’est pas non plus un livre de mécanique qualifiée jadis de rationnelle ; ce livre est un traité sur un sujet complexe. Pour donner une vague idée d’un problème qui s’est posé lors du premier choc pétrolier et qui est d’une actualité brûlante en ce temps de cherté de l’énergie fossile voici un exemple schématique : pour le constructeur un défi est de concevoir et réaliser un véhicule automobile qui ne devrait pas consommer plus quatre litres de carburant liquide aux cent

kilomètres à une vitesse de quatre-vingt-dix kilomètres à l'heure, le plus léger possible tout en respectant des normes en de sécurité maximum. A partir de ces simples données il faut calculer le diamètre de l'injecteur d'essence, les dimensions des roues et la pression de gonflage des pneumatiques ! Si vous voulez savoir comment relever ce défi la lecture du livre de J.-P. Brossard vous apportera des éléments de réponse.

Modestement l'auteur qui a fait toute sa carrière à l'INSA de Lyon écrit dans l'avant-propos que le livre vise un public d'ingénieurs en formation initiale et en formation continue. Il précise que "l'objectif de la dynamique du véhicule est d'établir des lois de comportement dans le but :

- de déterminer au niveau de l'avant-projet l'architecture du véhicule,
- d'interpréter les essais de manière objective,
- d'utiliser rationnellement les résultats d'essais pour améliorer l'adéquation avec le projet.

Pour atteindre cet objectif l'auteur rappelle qu'il a dû se forger une méthodologie, amasser une somme de connaissances que l'on ne trouve pas facilement dans la littérature technique en langue française et que de plus l'état d'esprit qui est à l'origine du livre est rarement à la base de la formation des ingénieurs dans les écoles et les universités françaises. Ce livre est une première étape, un second volume traitera des exemples détaillés à partir de cas concrets. Dans sa présentation il demande une certaine indulgence au lecteur plus orienté vers la technique : "L'écriture des équations, des formules, est très détaillée, trop diront certains pour qui l'élégance de la concision est une nécessité. Selon le mot de Boltzmann je pense qu'il faut "laisser l'élégance aux tailleurs"". En pédagogue éclairé il ajoute : "Si apprendre nécessite effort il n'est pas utile de le faire dans la douleur extrême."

Le contenu du livre est réparti sur seize chapitres regroupés en deux parties ; la première traite de questions théoriques de base : cinématique, dynamique, aérodynamique notamment, sur huit chapitres les problèmes suivants :

- 1- Cinématique générale du virage ;
- 2- Dynamique générale du véhicule ;
- 3- Actions mécaniques internes - ressorts amortisseurs ;
- 4- Actions aérodynamiques ;
- 5- Actions sol/roue - modèles à roues rigides ;
- 6- Mécanique du pneumatique ;
- 7- Cinématique en roues élastiques ;
- 8- Elastomécanique.

REVUE DE PRESSE

Les chapitres consacrés à l'étude des roues sont des modèles qui mettent en valeur la démarche méthodologique de J.-P. Brossard : partir d'un véhicule réel ou virtuel, le décortiquer en ses éléments les plus simples, modéliser ces éléments pour en faire une analyse détaillée. Je recommande particulièrement la lecture des chapitres consacrés aux roues : l'auteur commence par réduire les roues à des cylindres rigides puis les habiller de pneumatiques qui sont des parties déformables et il faut prédire les comportements de ces parties du véhicule au contact du sol dans des configurations variées : virages, pluies, neige, vent, etc. Progressivement on voit se modéliser, s'étudier, se concevoir, se réaliser un train à N roues, $N > 3$! La seconde partie présente différents modèles et constitue une mise en pratique des notions de base introduites dans la première partie :

- 9- Etat stationnaire de virage en roues rigides ;
- 10- Etat stationnaire de virage de rayon fini : modèle lacet-dérive ;
- 11- Stabilité de l'état stationnaire ;
- 12- Réponse transitoire lacet-dérive ;
- 13- Etat stationnaire de roulis ;
- 14- Etat stationnaire de lacet-dérive-roulis ;
- 15- Stabilité de l'état stationnaire. Mouvement lacet-dérive-roulis ;
- 16- Réponse transitoire du mouvement lacet-dérive-roulis.

Cette seconde partie, qui a priori est plus technique comporte en fait beaucoup de mathématiques et il me semble qu'elle pourrait être la source d'études développées de systèmes différentiels linéaires et non linéaires fortement couplés. Une étude plus fouillée du comportement élastique des pneumatiques devrait conduire à des systèmes d'équations aux dérivées partielles non linéaires. Une résolution analytique de ces systèmes est hors d'atteinte, même la démonstration de l'existence globale des solutions est déjà un défi. D'où la nécessité de mettre en œuvre une analyse et des simulations utilisant des techniques numériques sophistiquées suivies évidemment d'une validation par des essais sur maquettes ou sur ordinateurs. Cette partie est illustrée de tableaux de courbes qui permettent d'avoir une vision un peu globale des solutions mathématiques.

La structure du livre varie d'un chapitre à l'autre : elle est assez classique dans la première partie, elle est moins transparente dans la seconde où les problèmes abordés sont plus complexes et plus techniques, mais tout au long de l'ouvrage on peut reconnaître et apprécier les soucis de clarté, de rigueur et de précision de l'auteur. Il faudrait décortiquer en détail un chapitre pour mettre en évidence les différents niveaux de lecture, les ouvertures variées, l'organisation et la transmission des connaissances. Ce livre est une source de problèmes ouverts aussi

REVUE DE PRESSE

bien pour le mathématicien, que pour le mécanicien et le technicien. A la fin de chaque chapitre figure une bibliographie, ce qui entraîne des redites mais n'est pas nécessairement un inconvénient car le livre peut et peut-être doit se lire localement en fonction de l'intérêt du lecteur. Une liste des principaux symboles et un index occupent les dernières pages.

Si ce livre est un peu hors du champ de mes compétences il est un retour aux sources car je partage avec Jean-Pierre Brossard une formation commune acquise à l'ENSET-ENS de Cachan, si je me suis écarté de ma formation initiale, l'auteur est resté fidèle à sa formation d'origine mais avec une grande intelligence il l'a profondément transformée, rationalisée et enrichie, il a apporté un esprit nouveau dans les domaines de la technologie et de la technique.

Comme je l'ai écrit plus haut cet ouvrage peut-être une source d'inspiration pour les mathématiciens qui cherchent des problèmes concrets pour mettre en pratique leurs idées. Il est clair que le comportement d'une automobile aussi bien localement que globalement est fortement non linéaire et que dans certains modèles il est nécessaire de prendre en compte des termes d'ordre supérieur eux aussi non linéaires. il faudrait aussi compléter la partie qui permettrait de comprendre pourquoi et comment des effets localement linéaires entraînent des comportements globalement non linéaires, voire chaotiques. Les mathématiciens de la complexité et les ingénieurs ont ici un terrain d'actions dans lequel les recherches et les résultats pourraient être mis en commun.

Dès que je l'ai eu en main ce livre est devenu un source d'exemples de modèles et de modélisation. Je pense qu'il devrait figurer dans toutes les bibliothèques de mathématiques appliquées et de mécanique.

L'auteur a annoncé une suite, je l'attends avec impatience. *Par G. Tronel*

GILBERT DEMENGEL : *Balades sur les chemins du champ complexe*, Editeur ellipses (352 Pages ; ISBN 978-2-7298- 3731-0)

Au rythme de un ou deux volumes par an l'auteur fait preuve d'une puissance de travail et de créativité exceptionnelles. Pour ce livre d'une facture que l'on pourrait classer dans une catégorie néoclassique, il est le seul auteur, contrairement aux précédents co-écrits avec Françoise. Le livre s'ouvre sur un petit poème qui laisse au lecteur le soin de découvrir un talent inconnu mais qui révèle un peu les préoccupations de l'auteur lorsqu'il n'écrit pas de mathématiques !

Le titre de cet ouvrage peut surprendre mais il est clair pour tous ceux qui étaient étudiants à la charnière du vingtième siècle lorsque l'analyse restait sous l'influence des mathématiques du dix-neuvième et de la première moitié du vingtième

siècles, c’est-à-dire pour simplifier l’analyse complexe. Toutefois la rédaction semble influencée par le style un peu à la Bourbaki. L’Avant-propos donne une vision d’ensemble de l’ouvrage :

Chapitre 1 : Balades de Cauchy. Théorèmes fondamentaux.

Chapitre 2 : Balades d’exploration de racines.

Chapitre 3 : Balades sur les chemins de Hankel.

Chapitre 4 : Balades calculatoires.

Chapitre 5 : Balades engendrant des séries.

Chapitre 6 : Balades de Fourier, de Laplace et de Hilbert.

Les titres de chapitre, s’ils reflètent assez bien les contenus, ne permettent pas d’avoir une idée précise de la façon dont sont abordés et traités les différents sujets.

Analysons en détail le Chapitre 1 : Après un rappel des définitions sur la notion de chemins et de contours et de leurs propriétés géométriques l’auteur donne l’essentiel de ce qu’il faut savoir sur l’holomorphie et l’analyticité, puis sur les théorèmes de Cauchy ; suivent alors les notions essentielles sur les singularités et les premières applications au théorème et du calcul des résidus. Enfin le chapitre se termine par une étude assez détaillée de fonctions connues dans le champ réel prolongées dans le champ complexe dont les prolongements présentent des particularités intéressantes : logarithme, puissances, fonctions inverses des fonctions trigonométriques et hyperboliques.

Quelques mots sur le contenu des chapitres suivants : Le Chapitre 2 traite d’un thème classique : la recherche des zéros des fonctions. Comme tout analyste le sait il s’agit là d’un problème fondamental dans de nombreux domaines, mais les méthodes de calcul donnant des résultats explicites sont rares et il faut se limiter souvent à des informations donnant une estimation du nombre des zéros et de leur localisation dans le plan complexe. Un seul regret, l’absence de la notion de degré d’une application, cette notion peut s’introduire facilement au moins dans le champ complexe. Le Chapitre 3 commence par le prolongement de la fonction Γ et ses divers avatars, puis se poursuit par l’étude de la fonction de Riemann, des fonctions de Bessel et de Hankel. Au Chapitre 4 l’auteur donne une idée des techniques de calcul qui exploitent les notions introduites précédemment : il fait preuve de son habileté et de sa maîtrise en effectuant des calculs d’intégrales définies de toutes sortes, il étudie des valeurs principales en différents points singuliers y compris à l’infini. Dans le Chapitre 5 est abordé l’étude de quelques séries ceci pour donner plus une démarche à adopter qu’une liste non exhaustive de résultats. Enfin le dernier chapitre est un résumé assez complet des méthodes

REVUE DE PRESSE

et des propriétés fondamentales des transformations annoncées dans le titre ; ce qui est à noter ici c'est que ce chapitre peut être aussi considéré comme une introduction à d'autres domaines d'une analyse plus contemporaine.

Chaque chapitre se termine par une série plus ou moins longue d'exercices, certains sont assez classiques mais dispersés dans de nombreux ouvrages, ils ont l'avantage d'être regroupés, et le fait de les rassembler donne un fil conducteur et apporte un peu de cohérence et d'unité aux méthodes et aux résultats. Dans les livres anciens les calculs d'intégrales par les méthodes de l'analyse complexe semblaient dans la plupart des cas relever de formules plus magiques que mathématiques ! Certains exercices sont donnés avec des indications qui montrent que les miracles mathématiques n'existent pas et que seules les connaissances de base, l'intuition et une bonne maîtrise des techniques de calcul conduisent presque sûrement aux résultats.

Le livre s'achève par un index de trois pages facilement lisibles et une bibliographie de deux pages. Connaissant les qualités de l'auteur je ne doute pas un seul instant qu'il ait consulté de nombreuses fois les sources qu'il cite.

G. Demengel le rappelle toujours, mais cela ne semblerait pas utile à ceux qui connaissent ses qualités de pédagogue, une de ses premières préoccupations est d'écrire des livres pour qu'ils soient lus et compris par ses lecteurs. Est-ce une complicité liée à une formation ayant des racines communes qui me fait apprécier le style de l'ouvrage, je le sais pas mais je trouve la rédaction parfaitement fluide et agréable. Pour terminer sur une note plaisante je recommanderai l'auteur d'écrire son livre en vers et en ancien "françois" : je ne sais pas si François Villon avait des connaissances en mathématiques, mais à ma connaissance il écrivait de belles bal(l)ades !

Ce livre devrait figurer dans toutes les bibliothèques universitaires et dans les écoles d'ingénieurs, les étudiants de master auraient le plus grand intérêt à le consulter souvent, au moins chaque fois qu'ils se trouvent en panne face à une question de calcul utilisant la variable complexe.

Par G. Tronel

FRANÇOISE DEMENGEL ET GILBERT DEMENGEL : *Espaces Fonctionnels : Utilisation dans la résolution des EDP*, Editeur EDP Sciences - CNRS EDITIONS - (467 Pages ; ISBN EDP Sciences 978-2-86883-916-1 ; ISBN CNRS Editions 978-2-271-06581-1)

Le titre de cet ouvrage ne reflète pas réellement son contenu : "Espaces fonctionnels" est un peu trop général, quant au sous-titre "Utilisation dans la résolution des équations aux dérivées partielles" il ne correspond au fait que le livre se limite aux problèmes elliptiques. En fait plusieurs formulations auraient été possibles "Espaces de Sololev", " Solutions généralisées de problèmes pour des équations aux dérivées partielles elliptiques", "Techniques variationnelles de résolution de problèmes elliptiques", etc.

Les auteurs ont pris le parti de présenter des outils classiques en théorie des équations aux dérivées partielles linéaires adaptables à quelques types non linéaires. Le public visé, comme il est annoncé dans l'Avant-propos, est celui des masters orientés vers l'étude des équations aux dérivées partielles ou les doctorants dans cette branche des mathématiques. Cet objectif est clairement précisé dès le début du livre. La table des matières donne une très bonne idée du découpage de l'ouvrage et témoigne, comme toujours de la part de ces auteurs d'un grand souci pédagogique : un livre n'est pas rédigé uniquement pour le plaisir des auteurs mais aussi pour être lu !

Le plus simple pour présenter le contenu du livre est de suivre et de commenter pas à pas les différentes parties. Dans l'Avant-propos un panorama de l'ensemble est assez bien résumé dans la mesure où sont introduites les grandes généralités sur les types de questions abordées : la résolution de problèmes aux limites sur des ouverts Ω de $\mathbb{R}^N$, ce qui laisse déjà supposer que seront considérés les problèmes de régularité à la frontière, les problèmes de traces des fonctions sur la frontière et aussi les cas non réguliers, car les solutions cherchées seront le plus souvent des solutions généralisées ou des distributions ; tout ceci conduit naturellement aux notions d'espaces fonctionnels et à leur utilisation.

Dans un préambule qui annonce la limitation aux cas elliptiques figure les définitions usuelles et les différents problèmes classiques - Dirichlet, Neumann homogènes et non homogènes, le p-laplacien, les surfaces minimales et un exemple de problème non linéaire modèle de type divergence qui introduit la notion de solution de viscosité.

C'est au chapitre 1 que commence véritablement le livre par des rappels de topologie et d'analyse fonctionnelle. On trouvera ici les éléments d'un cadre as-

sez général permettant de remonter aux sources de l'analyse fonctionnelle appliquée : espaces normés, espaces localement convexes, théorèmes de Baire, de l'application ouverte, de Banach-Steinhaus. Viennent ensuite les théorèmes de Hahn-Banach dans ses formes analytiques et géométriques avec à la suite les topologies faibles sans ou avec étoiles, les épineuses questions des compacité, les espaces réflexifs et uniformément convexes. Le chapitre s'achève par une introduction aux espaces de fonctions continues avant l'introduction des notions essentielles sur les espaces de distributions et un retour aux espaces plus classiques, les L^p . Une série d'exercices apporte des compléments techniques ou introduit des notions qui ne figurent pas dans la présentation : convergence faible ou forte des suites de distributions, réarrangement, espaces quotients, etc.

Le chapitre 2 traite des espaces de Sobolev et des théorèmes d'injection. Ici les définitions sont données dans un cadre formel, mais elles sont justifiées sur des points délicats sur à partir d'exemples qui peuvent mettre en évidence le rôle de la frontière. Un long paragraphe est ensuite consacré aux théorèmes d'injection et à certaines conséquences qui se traduisent par des inégalités faisant intervenir des constantes plus ou moins "universelles". Pour préparer le chapitre suivant le cas où l'ouvert Ω est un demi-espace est traité en détail notamment le problème des prolongements et de des sous-espaces de fonctions régulières dense dans les espaces de Sobolev. Une première notion de trace est introduite pour terminer ce chapitre qui s'achève par une série d'exercices qui reprennent et complètent des sujets méritant d'être développés.

Les traces des fonctions d'espaces de Sobolev sont étudiées de manière plus systématique dans le chapitre 3. La définition de la trace est donnée à partir de la notion d'espace de Sobolev fractionnaire dont les fonctions sont caractérisées par des propriétés d'intégrales sur le bord d'un ouvert, notamment lorsque ce dernier est un demi-espace. Le cas de traces qui font intervenir l'espace L^1 fait l'objet d'un paragraphe. Dans le cas d'un ouvert quelconque la régularité de la frontière est prise en compte. Un autre paragraphe met en place des formules de Green indispensables dans l'interprétation des valeurs aux limites des solutions généralisées des équations aux dérivées partielles. Le chapitre se termine par des notions sur les traces d'ordre élevé et sur des résultats de compacité. Les exercices, en nombre limité, reviennent sur quelques compléments "naturels" comme la dérivation fractionnaire, la continuité faible des traces, les problèmes de relèvement.

Mais c'est au chapitre 4, sur les espaces de Sobolev fractionnaires que l'on trouvera des outils permettant d'introduire de manière techniquement plus simple, mais plus abstraite, ces espaces fractionnaires, notamment les espaces H^s , $s \in \mathbb{R}$.

De plus dans ces espaces on peut introduire de nouvelles normes équivalentes plus faciles à manipuler dans certains calculs. La transformation de Fourier est l'outil de base de cette nouvelle définition, ce qui n'empêche pas de faire la liaison avec la définition introduite au chapitre 3. Mais dans la pratique on a aussi besoin d'espaces de Sobolev fractionnaires dans la classe des L^p : les espaces $W^{s,p}$ pour $p \neq 2$ et dans ce cas la transformation de Fourier est inadaptée, il faudrait utiliser des transformations du type "ondelettes", mais ce point n'est pas abordé dans le livre. Il est clair que dans ces espaces de Sobolev toutes les propriétés étudiées précédemment sont à redémontrer. La liste des exercices est plus courte ici mais ceci se justifie par le fait qu'en dehors des traces les espaces fractionnaires ne seront que peu utilisés dans la suite. Je sais que le parti pris des auteurs étaient de n'utiliser que des méthodes supposées connues des étudiants, mais on peut regretter l'absence totale de l'interpolation : il est clair que l'introduction de cette technique et de ses applications mériterait un long chapitre, l'interpolation est une méthode puissante qui peut être utile aussi dans des problèmes non linéaires comme l'a montré L. Tartar.

Le chapitre 5 aborde les problèmes d'utilisation des outils mis en place en commençant par les problèmes elliptiques considérés tout naturellement dans le cadre du calcul des variations : les solutions de certains de ces problèmes apparaissent comme minimum de fonctionnelles définies sur des espaces fonctionnels de Sobolev. Les problèmes de valeurs et de fonctions propres et de la régularité de ces dernières sont traitées avec beaucoup de soin et de rigueur dans le cas du problème de Dirichlet. Les problèmes de Neumann font l'objet d'un paragraphe suivi d'une courte introduction à un problème de l'élasticité linéaire. Le p-laplacien, une des spécialités de F. Demengel, est étudié brièvement. Suivent ensuite des paragraphes traitant de différents principes du maximum, de problèmes non coercifs et des surfaces minimales. Des exercices non triviaux accompagnés d'indications conduisent à la démonstration de quelques résultats nouveaux ou énoncés précédemment sans démonstration.

Le chapitre 6, traite d'une autre spécialité de F. Demengel, les distributions à dérivées mesures. L'étudiant qui aura vu passer trop rapidement le cours sur les mesures dans une première approche en théorie de l'intégration pourra trouver dans cette partie des connaissances qui lui auront échappé. Quelques titres de paragraphes préciseront le contenu : convergences vague et étroite, extension des mesures, absolue continuité, mesures singulières, mesures vectorielles, densités. A la suite viennent des propriétés des distributions utiles dans les applications : distributions dont le gradient est à valeurs dans L^p , ou dans M^1 . Dans les

REVUE DE PRESSE

espaces de distributions particulières il faut reprendre l'étude des traces, des prolongements, de la régularité, des formules de Green généralisées. Les fonctions de mesures sont aussi indispensables dans certains problèmes ; un long paragraphe est consacré à ce thème. Vingt-trois exercices permettent de se familiariser avec des techniques mettant en pratique les notions développées dans ce chapitre.

Ce dernier chapitre est une suite naturelle du précédent : l'inégalité de Korn, indispensable en élasticité. En réalité une de ses spécificités est qu'elle traite de systèmes et non de simples équations. Dans le livre elle est traitée dans le cadre des espaces L^p alors qu'en mécanique elle a été pendant très longtemps envisagée que dans le cas de l'espace L^2 . Pour les besoins des applications sont utilisées des réarrangements, des moyennes, des fonctions maximales de Hardy-Littlewood. L'étude de la transformation de Hilbert et des opérateurs de Riesz est limitée aux points qui peuvent intervenir dans des problèmes de modélisations tirés de la mécanique, de la physique. Le chapitre s'achève sur une dizaine de pages portant sur différentes variantes de l'inégalité de Korn et par une liste d'exercices venant en des compléments indispensables à l'assimilation de résultats présentés dans le chapitre.

Une bibliographie de quarante-six références permet de se faire une idée de la littérature de base consacrée aux sujets traités dans le livre. Deux index, l'un pour les notations, l'autre pour la terminologie occupent les dernières pages.

Pour terminer on peut dire que cet ouvrage copieux peut apporter aux étudiants des compléments et des références sur des résultats et des techniques qu'il rencontrera tout au long de sa formation en master et en doctorat. En fait l'objectif est plus précis puisque le contenu du livre est plutôt orienté vers la résolution de problèmes d'équations aux dérivées partielles puisant leurs sources dans la physique, la mécanique, la technique. De plus sa lecture illustre le flou qui existe entre les mathématiques pures et les mathématiques appliquées ; ce livre peut être considéré comme un exemple de l'unité des mathématiques.

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 - LMMMN
BP 5186, 14032 CAEN cedex
Tél. : 02 31 56 74 80
campbell@meca.unicaen.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*
Dépt. 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 *Maïtine Bergounioux*
Dépt. de Mathématiques - UFR Sciences
Université d'Orléans - BP 6759
45067 ORLEANS Cedex 2
Tél. : 02 38 41 73 16 - Fax : 02 38 41 72 05
maitine.bergounioux@univ-orleans.fr

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

Paris V *Chantal Guihenneuc-Jouyaux*
Laboratoire de statistique médicale
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
Université de Poitiers
Téléport 2 - BP 30179
Bd Marie et Pierre Curie
86962 FUTUROSCOPE CEDEX
Tél. : 05 49 49 68 85 - Fax : 05 49 49 69 01
Morgan.Pierre@math.univ-poitiers.fr

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

Rennes *Virginie 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
Université de Rouen
Avenue de l'Université, BP.12
Technopole du Madrillet
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 *Marcel Mongeau*
Institut de Math. de Toulouse, Univ. Paul
Sabatier
31062 TOULOUSE Cedex 04
Tél : 05 61 55 84 82 - Fax : 05 61 55 83 85
mongeau@cict.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

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)

