

Sommaire

SOMMAIRE

Éditorial	3
Comptes-rendus des CA et bureaux	5
Vie de la communauté	15
Résumé de la journée conjointe GDR MSPC et SMAI-AFA	15
Enrico Magenes, 1923-2010	17
Droit de réponse, par Yves Meyer	23
Une brève présentation du CIMPA	27
Appel à projets pour écoles de recherche CIMPA en 2013	31
Du côté des Industriels	33
GDR Mathématiques et Entreprises	33
Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces	41
Quelle Planète Choisir ?	65
Annonces de thèses	73
Annonces de colloques	105
Liste des correspondants locaux	108

Date limite de soumission des textes pour le Matapli 95 : 15 mai 2011

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

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

MATAPLI - ISSN 0762-5707

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

PRIX DES PUBLICITÉS ET ENCARTS DANS MATAPLI POUR 2011

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

(nous consulter pour des demandes et prix spéciaux)

Envoyer un bon de commande au secrétariat de la Smai

Site internet de la SMAI :

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

Editorial

par Maria J. Esteban

ÉDITORIAL

Chers membres de la SMAI,

Ce premier numéro de Matapli de l'année 2011 nous invite à faire le point sur l'année qui vient de se finir. Nous avons terminé l'année 2010 dans un paysage où les lettres "ex" sont présentes partout. Beaucoup d'entre nous se sont épuisés cet automne à préparer des projets d'Equipex, Labex et compagnie (companiex...). Les mêmes ou d'autres sont encore en train de travailler sur les projets d'Idex. On peut faire de l'humour avec tous ces ex, mais en fait il n'est pas sûr que la situation se prête vraiment à l'humour... même s'il faut essayer de le garder ! et de rester vigilants sur les évolutions actuelles.

En particulier, nous ne devons pas perdre de vue l'importance des "outils nationaux" pour la recherche en général, et pour les mathématiques en particulier. La situation actuelle pousse à ne plus prendre en compte ce qui porte l'étiquette "national" : les primes se négocient dans les universités, tout comme les promotions, les postes, les appels d'offres, les projets... La politique actuelle du gouvernement a en effet pour but de mettre les universités au centre du dispositif. Cela peut avoir certains avantages, ne le nions pas, et les universités vont sûrement en profiter pour essayer de s'améliorer côté recherche, mais cette politique peut également être source de dangers pour le fonctionnement de la communauté mathématique en particulier, et scientifique en général. Le tout dépend, bien sûr, de comment se feront les changements et les évolutions.

L'autre jour, dans une conversation de café où ce type de questions étaient discutées, un collègue posait la question suivante : combien de mathématiciens savent en fait ce que font la cellule Mathdoc, Nundam, ou Mathrice ? Combien de collègues savent que le fonctionnement d'instituts comme le CIRM ou l'IHP ne va pas de soi, que chaque année il faut courir derrière les subventions pour assurer un budget capable de maintenir (et si possible d'améliorer) leur fonctionnement ? L'INSMI est à ce titre au centre des initiatives et projets qui concernent la communauté, indépendamment de notre université ou labo de recherche. Il ne faut pas que nous nous laissions dévorer par la dynamique ambiante qui nous invite à nous concentrer sur tout ce qui est local, en délaissant le côté réseau national. N'oublions pas que la politique des réseaux a joué un rôle très impor-

tant dans l'excellente santé des mathématiques françaises. Les initiatives nationales, comme le RNBM, la cellule Mathdoc, Mathrice, Nundam, le CIRM, l'IHP, sont d'une importance vitale pour notre fonctionnement et notre visibilité. Nous sommes enviés au niveau européen, et même mondial, pour ces structures qui servent la communauté et rayonnent au delà de nos frontières. Le CNRS a joué et joue un rôle fondamental dans la création et le fonctionnement de nombre de ces initiatives, et c'est normal, puisqu'il est concerné par l'intérêt général, et non par l'intérêt d'un groupe ou d'un labo particulier. D'autres initiatives sont venues "de la base" et ont été lancées et réalisées par des volontaires, comme l'Opération Postes, Mouve, APRES, la Journée des entrants, et tant d'autres... Le nombre de volontaires qui s'investissent dans des projets d'intérêt commun est en effet spectaculaire. La tendance actuelle, qui pousse chacun à se renfermer dans son université, pourrait changer cette situation et tarir la source de volontés et de fonds qui fait vivre ces initiatives et ces réseaux que nous utilisons sans cesse, sans nous rendre compte de ce qu'il a fallu et de ce qu'il faut encore aujourd'hui pour les faire vivre. C'est comme si l'on pensait que tout cela se fait et se finance tout seul. Or ce n'est pas le cas. Soyons attentifs et apprécions à leur juste valeur, gardons et développons ces structures nationales sans lesquelles nous perdriions beaucoup. Le risque est grand de ne nous rendre compte de leur importance que lorsqu'elles nous manqueront !

Ainsi, au cours de l'année passée a été créé le GDR "Maths et entreprises", dont la journée de lancement a eu lieu le 1er décembre 2010 avec une série d'exposés très intéressants dans des domaines très variés des applications des mathématiques. La création de ce GDR va dans le sens du développement des réseaux et actions collectives au niveau national, et est une nouvelle action qui contribue à structurer la communauté mathématique française autour des applications et des relations avec les entreprises.

Pour finir rappelons que côté SMAI, cette année, impaire, sera celle du congrès SMAI 2011, la "Biennale des mathématiques appliquées", l'occasion de réunir toutes les communautés qui font partie de la SMAI. Il aura lieu à Guidel du 23 au 27 mai 2011, et l'assemblée générale de la SMAI s'y réunira. Cette année sera aussi celle du congrès ICIAM 2011, en juillet cette fois, à Vancouver. Il sera le point de convergence des communautés de mathématiques appliquées et industrielles du monde entier. Nous espérons que la communauté française y sera bien représentée.

Maria J. Esteban
Présidente de la SMAI

Comptes-rendus de la SMAI

par Antoine Lejay

Comptes-rendus — Bureau — 22 novembre 2010

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

COMPTES-RENDUS DE LA SMAI

1 Nouvelles

1.1 Salon de l'éducation

La SMAI sera présente au salon de l'éducation. Les autres actions conjointes (Animath, C.Génial, ...) en direction du grand public poursuivent leurs cours.

1.2 Journées Math-Industrie

La journée Math-Industrie en l'honneur de P. Lascaux aura lieu en mars 2011 à l'École Centrale avec comme thème le High Performance Computing (HPC). Une séance de discussion est prévue après chaque exposé. Cette journée sera organisée en partenariat avec l'initiative HPC-PME¹. Cette initiative serait pertinente pour des demandes de financements avec le soutien de la SMAI (OSEO par exemple).

2 Vie de la SMAI

2.1 Numérisation de Matapli

Le Bureau se prononce pour la numérisation intégrale de Matapli, par exemple dans Numdam.

¹<http://www.initiative-hpc-pme.org/>

3 Actions

3.1 Labex nationaux

La SMAI n'est pas partenaire des labex nationaux, mais sera seulement dans le comité de pilotage du labex " maths et industrie " en tant qu'invité malgré la très forte implication de notre présidente dans l'écriture de ce texte.

3.2 Texte " La France a besoin de scientifiques "

Ce texte sur l'enseignement des sciences proposé à signature entre autres par l'UPS a eu un retentissement important (première page du journal *le Monde*, 4 nov. 2010) et a permis de relancer la dynamique du collectif ActionSciences.

3.3 Accueil des étrangers

Edwige Godlewski suggère de mener une action (si possible conjointe avec d'autres sociétés) pour augmenter la qualité de l'accueil des doctorants et chercheurs étrangers dans les administrations. Il existe déjà des fondations dont c'est le but (Fondation Kastler² par exemple).

Ces actions, ainsi que celles de la chargée de mission aux Droits de l'Homme, devraient être visibles sur le site de la SMAI.

4 Actions à venir

4.1 Missions à l'ICIAM

Le CNFM (Comité National Français de Mathématiciens) ne demandera pas au ministère des crédits pour prendre en charge les frais de déplacements pour participer aux conférences ICIAM, contrairement à ce qu'il fait pour l'ICM. Maria J. Esteban propose que la SMAI demande des crédits au Ministère pour cela. La CCCI (Commission des colloques et congrès internationaux) pourrait gérer les fonds.

4.2 Mathematics and PlanetEarth

Le Bureau est pour participer à cette initiative <http://www.mpe2013.org/> pour l'année 2013, avec l'organisation de journées Maths-Industries par exemple.

²<http://www.fnak.fr/>

4.3 Campagne d’adhésion des personnes morales et des industriels

La campagne d’adhésion pour les personnes morales est actuellement en cours, en direction des personnes morales ayant adhéré au cours des dernières années. Il est proposé de relancer cette campagne d’adhésion vers janvier/février en direction de nouvelles personnes morales, et notamment en direction des industriels avec l’aide du groupe chargé des relations industrielles.

Comptes-rendus — Conseil d’Administration — 29 novembre 2010

Présents : Z. Belhachmi, A. de Bouard, A. Cohen, L. Decreusefond, M.J. Esteban, E. Gobet, E. Godlewski, P. Lafitte, F. Lagoutière, M. Lavielle, A. Lejay, B. Lucquin, F. Murat, J. Mairesse, M. Théra, V. Rivoirard, V. Girardin.

Excusés : G. Allaire, D. Aussel, J.-M. Bonisseau, M. Bouthou, S. Cordier, R. Eymard, T. Goudon, C. Gout, J.-B. Hiriart-Urruty, P. Maréchal, E. de Rocquigny, D. Talay, M.-L. Mazure, R. Abgrall.

Absents : F. Bonnans, B. Bercu, F. Merlevède.

1 EDP Sciences

Jean-Marc Quilbé, directeur général d’EDP Sciences, a présenté la politique éditoriale de cette maison d’édition et notamment l’accord avec *Cambridge University Press* concernant la diffusion et la commercialisation des revues. Les revues de mathématiques, dont les titres de la SMAI, feront partie de la première série qui bénéficie de cet accord.

L’augmentation du capital d’EDP Sciences a été approuvée par l’AG extraordinaire d’EDP Sciences le 4 novembre 2010. Le CA de la SMAI a donné son accord pour cela le 15 octobre dernier (par 21 voix pour et 0 contre) par vote électronique.

2 Nouvelles des groupes thématiques

2.1 Groupe thématique SMAI-AFA

L'AG du GT SMAI-AFA³ a eu lieu vendredi 26 novembre 2010, conjointement avec une réunion du GdR MSPC⁴. Un nouveau comité de liaison a été élu et approuvé à l'unanimité des présents par le CA. Le responsable de ce GT est Marie-Laurence Mazure.

Le congrès *Curves and Surfaces* de ce groupe thématique a été organisé avec 260 participants à Avignon.

L'AG a été l'occasion de poser la question de l'élargissement thématique des activités du groupe autour d'un axe Signal Image Géométrie Approximation. Un changement de nom est envisagé pour afficher de façon claire ces différents axes afin dynamiser et renforcer le groupe, notamment vers les communautés image et géométrie algorithmique.

2.2 Groupe thématique SMAI-MAIRCI

Deux mini-symposia seront proposées aux journées SMAI 2011.

2.3 Groupe thématique SMAI-MAS

Le nouveau comité de liaison a été approuvé le 12 septembre 2010 (pour 14 voix, contre 0) par vote électronique. Le nouveau responsable est B. Bercu.

2.4 Groupe thématique SMAI-Mode

Le nouveau comité de liaison a été approuvé le 15 octobre 2010 (pour 21 voix, 0 contre) par vote électronique. Le nouveau responsable est F. Bonnans.

3 Nouvelles de la SMAI

3.1 Cérémonie des prix 2010

La cérémonie a eu lieu le 24 novembre 2010 à l'IHP avec cinq lauréats des Prix de l'Académie et le lauréat du Prix de thèse SPECIF.

³<http://www.wafa.lille.ensam.fr/>

⁴<http://www.ceremade.dauphine.fr/peyre/mspc/>

3.2 Lancement de la campagne d’adhésion des personnes morales

La campagne d’adhésion des personnes morales a été lancée fin novembre et celle des personnes physiques sera lancée en décembre.

3.3 Infos sur les réunions des CA de l’IHP et du CIRM

Les discussions ont principalement porté sur la question des labex.

3.4 Demandes de LabeX “ nationaux ”

Deux projets de Labex nationaux — projet de création d’une agence Math-Industrie et projet pour soutenir les activités des 4 organismes nationaux pour les maths (CIRM, IHP, CIMPA, IHES) — ont été déposés. Les sociétés savantes ne seront pas partenaires de ces Labex (sauf la SMF au titre des tutelles du CIRM). La SMAI, avec les autres sociétés savantes, sera invitée à participer aux Comités de Pilotage de ces projets.

Par ailleurs le CA se prononce pour relayer les informations sur les débats autour de la restructuration de la recherche française.

3.5 Groupe de travail Math-STIC avec l’INSMI

Le DGR⁵ a commandé à l’INSMI et à la SMAI un document décrivant l’interface maths-industrie et les moyens d’agir sur cette interface. Un groupe de travail comprenant des acteurs universitaires et industriels a été mis en place pour rédiger ce texte.

3.6 Journée Math-Industrie en l’honneur de P. Lascaux

La journée Math-Industrie en l’honneur de P. Lascaux aura lieu en mars 2011 à l’École Centrale avec comme thème le High Performance Computing (HPC). Cette journée sera organisée en partenariat avec le CEA et l’initiative HPC-PME⁶ de l’INRIA, GENCI et l’OSEO.

⁵Direction Générale pour la Recherche et l’Innovation

⁶<http://www.initiative-hpc-pme.org/>

3.7 Courriers envoyés aux Ministères de l’Intérieur et des Affaires Étrangères

Les lettres et courriers envoyés par les présidents de la SMAI et la SMF et les réponses reçues, concernant la garde à vue d’un collègue indien et l’arrestation d’un collègue vietnamien au Vietnam sont sur le site WEB, ” à la une ”.

3.8 Réforme de l’enseignement

Edwige Godlewski a participé à une réunion du CFEM⁷. Il y a deux fois moins de candidats au CAPES que l’an dernier. Il n’y a pratiquement plus de formation continue pour les enseignants.

4 Vie de la SMAI

4.1 Nominations de chargé(e)s de mission

Marie Postel est élue à l’unanimité des présents chargée de mission aux relations industrielles.

Violaine Roussier est élue à l’unanimité des présents chargée de mission aux Droits de l’Homme.

4.2 Nominations de représentants de la SMAI au CA de la SMF et de la SFdS

Le CA de la SMAI remercie Robert Eymard et Vincent Rivoirard pour leurs rôles de représentants aux CA respectifs de la SMF et de la SFdS.

Anne de Bouard est élue à l’unanimité des présents représentante de la SMAI au CA de la SMF. Adeline Samson est élue à l’unanimité des présents représentante de la SMAI au CA de la SFdS.

4.3 Salon européen de l’éducation

La SMAI a participé au *Salon européen de l’éducation*⁸ le 25-29 novembre 2010, avec une présence commune de la SMF, SFdS et Femmes et Mathématiques.

⁷<http://www.cfem.asso.fr/>

⁸<http://www.salon-education.org/>

5 Actions

5.1 Participation au collectif *Action Sciences*

Suite au texte “ la France a besoin de scientifiques ”(dont *le Monde* a parlé le 14 novembre dernier) dont la SMAI est signataire (par 18 voix pour le 20 octobre dernier), la dynamique du collectif *Action Sciences* a été relancée.

5.2 SMAI 2011

Le congrès SMAI 2011 est organisé par la SMAI et la Fédération Denis Poisson <http://smai.emath.fr/smai2011/index.php> et se tiendra à Guidel du 23 au 27 mai 2011, avec onze conférences plénières. Des orateurs industriels seront présents lors de la plupart des seize mini-symposia. Les tarifs proposés par les organisateurs sont approuvés par le CA à l’unanimité des présents.

5.3 Fédération Française de Sociétés Scientifiques

Le CA montre son intérêt pour une adhésion future à la Fédération Française de Sociétés Scientifiques⁹.

5.4 Participation au projet *Mathematics and PlanetEarth*

Le CA montre son intérêt pour participer à cette initiative¹⁰.

5.5 Matapli

Le CA se prononce pour la numérisation des articles de Matapli à condition que cela se fasse à un coût acceptable.

La SMAI remercie Hélène Barucq qui s’occupait jusqu’à présent de la rubrique “Du côté des industriels” de Matapli. Christian Gout prendra en charge cette rubrique. Il a par ailleurs contacté un collègue pour lui succéder à la rubrique “Nouvelles des Universités”.

⁹<http://www.f2s-asso.org/>

¹⁰<http://www.mpe2013.org/>

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

5.6 Texte sur la PES

A. Cohen a présenté le déroulement de la réunion du comité d’experts pour l’attribution du rang pour les primes d’excellence scientifique en sections 25 et 26 du CNU et le texte qui en a résulté.

6 Questions diverses

6.1 Modalité des votes électroniques

Le CA a reprecisé les modalités de vote électronique. Les votes sont comptabilisés par rapport aux suffrages exprimés. Les absences de réponses ne sont pas prises en compte. Les votes blancs sont acceptés.

6.2 Associations d’utilité publique : préparation pour la prochaine AG ?

La SMF et la SFdS sont reconnues associations d’utilité publique. Le Bureau va continuer les démarches en vue de clarifier les avantages de ce statut et la procédure à suivre pour déposer une demande au nom de la SMAI.

Comptes-rendus — Bureau (par téléphone) — 5 janvier 2011

Présents. A. de Bouard, M. J. Esteban, F. Lagoutière, A. Lejay, F. Murat.

Excusé. E. Godlewski.

Absent. E. de Rocquigny.

1 Calendrier des réunions du Bureau

L’Assemblée Générale ayant lieu lors du prochain congrès SMAI 2011 (à Guidel le 23–27 mai), le Bureau va fixer dans les semaines qui viennent le calendrier des réunions du CA et du Bureau en vue des votes de cette AG et des démarches qui seront à entreprendre en conséquence, notamment la demande de déclaration d’utilité publique.

2 Remplacement des éditeurs en chef de M2AN

Le Bureau a commencé à réfléchir au calendrier du remplacement des éditeurs en chef de la revue M2AN.

3 Jury du Prix Fermat

Le Bureau est sollicité pour proposer un membre du jury du Prix Fermat, conformément au règlement de celui-ci.

4 Numérisation de Matapli

Après avoir contacté *Numdam*¹¹ en vue de la numérisation et la mise en ligne de *Matapli*, et suite à la réponse négative qui a pour l'instant été apportée à cette demande en raison d'une charge de travail trop élevée, le Bureau a choisi d'attendre le milieu de l'an prochain pour reformuler une demande à *Numdam*.

5 Projet " Explosion des mathématiques 2 "

Le projet " Explosion des mathématiques 2 " visant à offrir une version actualisée de la brochure " Explosion des mathématiques " va bientôt être lancé en collaboration avec les autres sociétés savantes et la fondation Sciences Mathématiques de Paris. Le Bureau nomme Anne de Bouard et Frédéric Lagoutière comme représentants de la SMAI pour la rédaction de cette brochure.

6 École hispano-française Jacques-Louis Lions 2012

Le Bureau de la SMAI est sollicité pour la constitution du comité scientifique de la prochaine *école hispano-française Jacques-Louis Lions sur la Simulation Numérique en Physique et Ingénierie* en 2012 organisée conjointement avec la SEMA (Sociedad Española de Matemática Aplicada¹²).

¹¹<http://www.numdam.org>

¹²<http://www.sema.org.es>

Annnonce d'ouvertures de postes d'enseignants-chercheurs à temps partiel *



Département de Mathématiques Appliquées

En 2011 le Département de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique est susceptible de recruter :

► 1 Professeur Chargé de Cours Exercice incomplet Analyse numérique et optimisation

Les candidats devront être des experts reconnus internationalement en Analyse Numérique et Optimisation, ayant la volonté de s'investir dans l'enseignement à l'Ecole Polytechnique avec des qualités pédagogiques de premier plan. Ils devront aussi être capables de proposer et d'encadrer des travaux pratiques sur ordinateur utilisant des logiciels comme Scilab ou FreeFem++.

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

► 2 Professeurs Chargés de Cours Exercice incomplet Probabilités

Le Département de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique est susceptible de recruter deux Professeurs Chargés de Cours d'exercice incomplet en Probabilités avec des ouvertures sur les applications. Les candidats devront être des experts reconnus internationalement en Probabilités, ayant la volonté de s'investir dans l'enseignement, avec des qualités pédagogiques de premier plan. Ils devront être capables de proposer des travaux personnels à base de simulation numérique.

Pour tout renseignement complémentaire, les candidats peuvent s'adresser à :
Sylvie Méléard, Professeur et Présidente du Département de Mathématiques Appliquées
(sylvie.meleard@polytechnique.edu).

Les candidats doivent postuler sur le site internet:

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

* Ces postes sont en cumul d'un emploi principal. Les candidatures issues du monde industriel ou bien de chercheurs résidant sur le campus de l'Ecole Polytechnique sont encouragées.

Date limite d'inscription : 07 mars 2011 minuit heure Française

Date de prise d'effet : 01 sept. 2011

www.polytechnique.fr/

www.cmap.polytechnique.fr/



Vie de la communauté

RÉSUMÉ DE LA JOURNÉE CONJOINTE GDR MSPC ET SMAI-AFA

Génération de maillages : théorie et applications

26 Novembre 2010, Institut Henri Poincaré, Paris

Communiqué par **Gabriel Peyré**

Directeur du GDR MSPC

La journée conjointe du GDR MSPC et du groupe SMAI-AFA s’est déroulée le 26 Novembre 2010 à l’Institut Henri Poincaré, à Paris. Le thème de la journée était *Génération de maillages : théorie et applications*. La journée a consisté en 6 exposés invités donnés par des experts du domaine. Cette journée a été un succès, avec plus de 60 participants et des exposés de qualité. Elle a permis aux communautés du traitement mathématique des images (GDR MSPC) et de la théorie de l’approximation (groupe SMAI-AFA) de se rencontrer autour d’un thème très porteur. La journée a également été l’occasion pour le groupe SMAI-AFA de se réunir en assemblée générale, afin de discuter entre autre de nouvelles thématiques autour du traitement mathématique des images et des surfaces.

La génération de maillages triangulaires est un problème d’ingénierie difficile, qui pose des questions théoriques profondes. Les approches mathématiques se sont montrées très fructueuses ces dernières années à la fois pour formaliser les problèmes rencontrés et pour développer de nouveaux algorithmes de calcul. Le problème central est de créer des maillages adaptés à la géométrie de la fonction à approcher. Ceci permet d’obtenir une approximation précise avec un petit nombre de triangles. L’adaptativité géométrique est la clé du succès pour améliorer l’état de l’art pour la résolution numérique d’équations aux dérivées partielles, pour l’approximation de surfaces 3-D, et pour la compression d’images. Dans toutes ces applications, on cherche à approcher par éléments finis une fonction qui présente de fortes variations le long d’hyper-surfaces régulières. C’est le cas des courbes de discontinuités dans les images naturelles et des surfaces de couche limite dans les simulations de mécanique des fluides.

L’enjeu mathématique est de décrire cette régularité anisotrope à l’aide d’outils qui peuvent ensuite être employés par des maillages industriels. Le sujet le plus en vogue actuellement est l’utilisation de métriques Riemanniennes afin de

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

représenter la géométrie locale de la fonction. Le premier exposé de la journée, donné par Jean-Marie Mirebeau (qui vient de terminer sa thèse au laboratoire Jacques Louis Lions de Paris 6), a présenté un cadre mathématique formalisant l'équivalence entre les triangulations anisotropes et les métriques Riemanniennes. Les exposés de Frédéric Hecht (laboratoire JLL, Paris 6) et de Frédéric Alauzet (INRIA, projet Gamma) ont donné des exemples concrets d'utilisation de métriques pour la génération de maillages. La figure ci dessous montre un maillage adapté à la solution d'une équation aux dérivées partielles. Charles Dapogny (actuellement en thèse au laboratoire JLL, Paris 6 et au CMAP, École Polytechnique) a présenté une méthode d'adaptation dynamique de maillages, qui utilise la notion d'intersection de métriques Riemanniennes. Bruno Levy (INRIA, Projet Alice) a détaillé une méthode rapide d'optimisation de maillages surfaciques, avec des applications en infographie. Enfin, Jean-Daniel Boissonnat s'intéresse au calcul de triangulations en grande dimension pour l'approximation de sous-variétés de faible dimension. Ce problème nécessite l'introduction de nouveaux objets combinatoires afin d'obtenir des algorithmes rapides.

Maillage adapté autour d'un avion supersonique
(simulation de Frédéric Alauzet).

Malgré la grande diversité des applications abordées, tous les exposés ont montré une étonnante homogénéité à travers le développement d'un cadre mathématique rigoureux. Afin d'en savoir plus sur ces sujets passionnants, je recommande la lecture des transparents des exposés disponibles sur la page web de la conférence

<http://www.ceremade.dauphine.fr/~peyre/mnpc/mnpc-afa-10/>

Enrico Magenes (1923-2010)

ENRICO MAGENES (1923-2010)

Enrico Magenes est mort le 2 novembre 2010 à Pavie. C'était une personnalité extrêmement importante des mathématiques italiennes de la deuxième moitié du vingtième siècle. Il a en particulier été, dès les premières années qui ont suivi la deuxième guerre mondiale, l'un des acteurs de la réouverture de la communauté mathématique italienne au monde scientifique international, monde dont elle avait été coupée sous le fascisme.



Par ailleurs, il a été l'un des promoteurs de la collaboration entre les écoles française et italienne de mathématiques appliquées.

Enrico Magenes a été élève de la *Scuola Normale Superiore* de Pise entre 1941 et 1943, puis entre 1945 et 1947. De famille catholique antifasciste, il a interrompu ses études entre septembre 1943 et la fin de la deuxième guerre mondiale pour participer à la lutte contre les nazis et les fascistes. Après avoir été arrêté à Pavie le 8 janvier 1944, il a été interné dans les prisons de Pavie et de Milan, puis déporté dans les camps de concentration de Bolzano et de Flossenbourg. A partir du début d'octobre 1944 il a été interné à Kottern, sous-camp de Dachau où les déportés travaillaient pour Messerschmitt. Il n'est revenu en Italie qu'à la fin de juillet 1945 pour réintégrer la *Scuola Normale* pour les années universitaires 1945-1946 et 1946-1947 et y effectuer une année supplémentaire comme *perfezionando*. Jusqu'à ces dernières années, il parlait peu de sa déportation, même s'il suffisait d'assister à sa première rencontre avec un autre déporté pour comprendre que cette expérience avait été un moment fondamental (pour ne pas dire fondateur) de sa vie. En lisant l'autobiographie de G. Charpak, lui aussi résistant et déporté à Dachau, on comprend que la façon de Magenes de survivre à cette épouvantable

expérience a été de s’engager sur tous les fronts : la famille, les amis, le travail scientifique, ...

Ses premières recherches, effectuées sous la direction de Tonelli, Sansone et Scorza-Dragnoni, portent sur des questions de calcul des variations, de la théorie des points fixes et des équations différentielles ordinaires ; elles lui vaudront d’être nommé Professeur en 1952 à l’Université de Modène. Par la suite, il sera Professeur de 1955 à 1959 à l’Université de Gênes, puis, à partir d’octobre 1959, à l’Université de Pavie, ville dont sa famille est originaire.

En arrivant à Gênes, Magenes retrouve comme collègue Guido Stampacchia (1922-1978), auquel il est lié par une grande amitié basée sur leurs sentiments antifascistes communs qui remonte aux années de la *Scuola Normale*. Magenes et Stampacchia ont tous les deux compris l’importance fondamentale de la théorie des distributions et des espaces de Sobolev pour le calcul des variations et pour l’étude des équations aux dérivées partielles. Ils décident donc de faire connaître en Italie les résultats obtenus par l’école de Laurent Schwartz, et en particulier les résultats sur les problèmes mixtes au sens de Hadamard. En septembre 1957, à l’occasion de la première *Réunion des mathématiciens d’expression latine*, Magenes et Stampacchia rencontrent Jacques-Louis Lions. Ce sera le début d’une amitié et d’échanges scientifiques qui dureront toute au long de leur vie. Dès l’année suivante J.-L. Lions donne à Gênes une série de conférences sur les problèmes mixtes ; E. Gagliardo, alors assistant de Stampacchia, est envoyé à Nancy chez Lions pour l’année 1958-1959, et Magenes et Stampacchia rédigent le mémoire *I problemi al contorno per le equazioni differenziali di tipo ellittico*, mémoire qui aura une importance fondamentale pour les mathématiques italiennes.

Pour Courant et Hilbert (voir *Methods of Mathematical Physics*, volume II, Interscience, 1962, p. 227), un problème mathématique qui décrit la réalité physique doit être *bien posé* au sens de Hadamard (1921). Cela signifie qu’il doit satisfaire les trois conditions suivantes : la solution doit exister, elle doit être déterminée de façon unique et elle doit dépendre de façon continue des données. Pour cela il faut identifier les espaces fonctionnels dans lesquels les problèmes sont bien posés.

La théorie des distributions et les espaces de Sobolev fournissent un cadre naturel et des instruments pour étudier les équations aux dérivées partielles. Les résultats obtenus dans la première partie des années cinquante, en particulier par N. Aronszajn, F.E. Browder, G. Fichera, K.O. Friedrichs, L. Gårding, L. Hormander, O. Ladyzenskaja, J.-L. Lions, S.G. Mikhlin, C.B. Morrey jr., L. Nirenberg, M.I. Visik, ... permettaient de montrer que les problèmes aux limites elliptiques *homogènes*, i.e. avec données au bord nulles, étaient bien posés dans des espaces

de Sobolev d'ordre *positif* suffisamment élevé. Dans le cas de données au bord non nulles, il fallut d'abord définir correctement la notion de trace sur le bord (théorèmes de E. Gagliardo, J.-L. Lions, P.I. Lizorkin, G. Prodi, ...), ce qui est possible seulement dans le cadre des espaces de Sobolev d'ordre positif assez élevé. Mais certains problèmes de mécanique ont des données qui n'appartiennent pas à des espaces de Sobolev d'ordre élevé mais plutôt à des espaces de Sobolev d'ordre *négalif*.

On se retrouve ainsi dans la situation qui est à l'origine de la théorie des distributions : pour parler d'une solution faible d'un problème aux limites non homogène, on doit aussi définir sa trace dans un sens faible. De façon analogue à la théorie des distributions, Lions et Magenes attaquent le problème *par dualité*. Plus précisément, considérons l'opérateur $u \rightarrow \mathcal{A}u := \{Au, Bu_\Gamma\}$, où A est un opérateur linéaire elliptique à coefficients réguliers défini dans l'ouvert $\Omega \subset \mathbf{R}^n$ de frontière régulière Γ , et où B est un opérateur différentiel à coefficients réguliers défini sur Γ , compatible avec A dans un sens convenable. Grâce aux résultats de régularité obtenus à la fin des années 1950, on sait que $\mathcal{A} : E(\Omega) \rightarrow F(\Omega) \times G(\Gamma)$ est (pour simplifier) un isomorphisme entre les espaces de Sobolev $E(\Omega)$ et $F(\Omega) \times G(\Gamma)$ si ces espaces sont des espaces d'ordre positif suffisamment élevé. Par restriction au cas des conditions aux limites homogènes et de l'espace $F_0(\Omega)$ (fermeture de $\mathcal{D}(\Omega)$ dans $F(\Omega)$), on peut définir un isomorphisme $\mathcal{A}_\# : X(\Omega) \rightarrow F_0(\Omega)$, où $X(\Omega)$ est un sous espace de $E(\Omega)$. Par transposition, pour toute forme linéaire continue $L(v)$ sur $X(\Omega)$, il existe donc un $u \in (F_0(\Omega))'$ tel que $\langle u, \mathcal{A}_\#(v) \rangle = L(v)$ pour tout $v \in X(\Omega)$. Remarquons que $(F_0(\Omega))'$ est un espace de Sobolev d'ordre *négalif*; pour aboutir au résultat souhaité Lions et Magenes choisissent $L = L_1 + L_2$ afin que d'une part L_1 corresponde à l'équation $A^*u = f$, où A^* est l'opérateur elliptique transposé de A , et que d'autre part L_2 corresponde aux conditions aux limites non homogènes $B^*u = g$ de la façon la plus naturelle possible. La contribution peut-être la plus intéressante de Lions et Magenes est le choix optimal de L_2 . Il est obtenu par une utilisation originale de la formule de Green qui permet de définir *naturellement* les traces des éléments $u \in (F_0(\Omega))'$ tels que A^*u appartienne à un espace de distributions convenable sur Ω . Comme cela est déjà clair dans cette description simplifiée, la construction générale est techniquement compliquée. Elle a été d'abord exposée dans une série d'articles, rédigés alternativement en italien et en français et publiés entre 1960 et 1963, puis dans une version générale et plus complète dans les trois volumes *Problèmes aux limites non homogènes et applications* publiés chez Dunod entre 1968 et 1970, par la suite traduits en russe, en anglais et en chinois.

En Italie la tradition du calcul scientifique remonte à l’IAC (*Istituto per le Applicazioni del Calcolo*) de Rome fondé en 1927 par M. Picone, et au CSCE (*Centro Studi Calcolatrici Elettroniche*) de Pise fondé en 1955 en particulier sous l’impulsion de S. Faedo. Même si l’intérêt scientifique de Magenes se porte avant tout sur l’analyse numérique théorique, il est conscient, comme l’est J.-L. Lions, qu’il faut développer le calcul scientifique. Dès 1960 il contribue à la la création du *Centro di Calcolo* de l’Université de Pavie dont il est le directeur de 1961 à 1965, puis de 1970 à 1973, et auquel il fait acquérir un calculateur Olivetti Elea 6001. Le choix de la machine est intéressant, car il s’agit d’un calculateur scientifique en virgule flottante parmi les plus rapides du moment (8000 à 10000 flops), entièrement construit avec des transistors, conçu et développé pour l’entreprise Olivetti par un petit groupe de chercheurs sous la direction de M. Tchou (1924-1961). Sous l’impulsion de C. Pucci (1925-2003) et grâce à l’engagement de Magenes, le CNR (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*) crée en 1970 à Pavie le LAN (*Laboratorio di Analisi Numerica*), devenu par la suite l’IAN (*Istituto di Analisi Numerica*) dont Magenes sera le directeur jusqu’en 1991. En 2002 l’IAN deviendra l’IMATI (*Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche*), dirigé par F. Brezzi.

L’objectif de Magenes était de favoriser, à l’aide du *Centro di Calcolo* et de son Elea 6001, les collaborations des mathématiciens avec les ingénieurs, les médecins, les économistes, ... Très rapidement, B. Taccardi utilise l’Elea 6001 pour analyser le potentiel électrique cardiaque ; la formulation et l’analyse mathématique de ce type de problèmes inverses intéressera beaucoup Magenes. En 1971, C. Baiocchi donne les premiers résultats mathématiques rigoureux sur l’écoulement d’un fluide à travers une digue poreuse rectangulaire en ramenant ce problème à une inéquation variationnelle. Il s’agit d’un problème stationnaire de frontière libre. Le *problème de la digue*, et ensuite les problèmes d’évolution de surfaces libres comme le problème de Stefan, vont occuper Magenes et de nombreux chercheurs de l’IAN pendant plusieurs années. Il n’est pas possible de rappeler ici toutes les recherches effectuées dans ces domaines par les membres de l’IAN, recherches qui sont en particulier marquées par les travaux de C. Baiocchi, F. Brezzi, P. Colli-Franzone, V. Comincioli, G. Gilardi, D. Marini, A. Visintin, ...

Magenes avait un charisme naturel que tout le monde reconnaissait immédiatement. En particulier il avait un très fort ascendant sur ses élèves car il savait être à leur écoute et les aider dans leurs difficultés. Mais il savait aussi leur faire comprendre sans périphrases quand il n’était pas satisfait. Tous connaissaient ce qui allait suivre quand sa phrase commençait par *Benedetto ... !*

Avec la création et le développement de l’IAN, Magenes montre sa très grande énergie et donne la pleine mesure de ses admirables qualités d’organisateur. Grâce à son activité et à son enthousiasme, de nombreux chercheurs américains, russes,

allemands, français, ..., toujours chaleureusement accueillis, feront des visites plus ou moins longues et entreprendront des collaborations scientifiques avec les membres de l'IAN. Comme l'a si bien dit Y. Maday dans le message qu'il a adressé pour les obsèques de Magenes, message que l'on peut lire sur le site web du Laboratoire Jacques-Louis Lions :

Nous nous souvenons avec émotion, en cette heure douloureuse, de la chaleur de l'accueil que nous réservait une visite à Pavie. Enrico Magenes était toujours là, de façon discrète mais très chaleureuse, en particulier auprès des plus jeunes. Nous gardons le souvenir d'un homme d'une qualité exceptionnelle, d'une très grande affabilité et d'une extrême hospitalité, toujours présent aux exposés que les invités donnaient à l'Istituto di Analisi Numerica, et manifestant toujours un intérêt véritable pour les travaux présentés. Aller en mission à Pavie aura été pour beaucoup d'entre nous la première expérience d'un voyage à l'étranger, et l'accueil dans notre famille de Pavie restera une expérience très riche que nous avons toujours été heureux de renouveler.

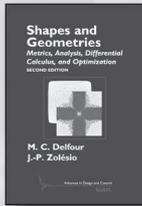
Loin de toute évaluation par *impact factor*, *citation index* et autres classifications bibliométriques, concluons cette brève présentation de la portée du travail de Magenes et de l'élan qu'il a su imprimer pour plusieurs générations de chercheurs en reprenant une partie de la citation pour le prix Lagrange de l'ICIAM qui lui fut décerné en 2003 :

Apart from his continuous inspirational influence, he contributed personally to the development of a totally new technique for treating free boundary problems by means of variational inequalities, with remarkable applications to several important problems such as the flow of fluids through porous media or the phase-change phenomena. But even if his own results have been of paramount importance, his major merit is surely in the impulse he gave, and the influence he had in starting, encouraging and sustaining a way of doing mathematics that joined the rigour, the elegance and the deepness of so-called pure mathematics with the real-life problems that have to be faced in applications. If the combination of pure mathematics and applications is what Applied Mathematics is nowadays, Magenes is surely among the ones that deserve most credit.

Giuseppe (Pippo) Geymonat
LMGC, UMR-CNRS 5508
Université Montpellier II
Case courrier 048
Place Eugène Bataillon
34095 Montpellier Cedex 5
giuseppe.geymonat@univ-montp2.fr

New Titles in Applied Math, from **siam**

www.siam.org/catalog



Shapes and Geometries: Metrics, Analysis, Differential Calculus, and Optimization, Second Edition

Michel C. Delfour and Jean-Paul Zolésio

This considerably enriched new edition provides a self-contained presentation of the mathematical foundations, constructions, and tools necessary for studying problems where the modeling, optimization, or control variable is the shape or the structure of a geometric object.

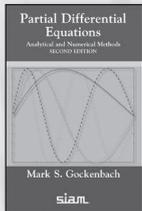
2011 • xvii + 622 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898719-36-9
List Price \$119.00 • SIAM Member Price \$83.30 • Code DC22

The Linear Sampling Method in Inverse Electromagnetic Scattering

Fioralba Cakoni, David Colton, and Peter Monk

The linear sampling method is the oldest and most developed of the qualitative methods in inverse scattering theory. It is based on solving a linear integral equation and then using the equation's solution as an indicator function for the determination of the support of the scattering object. This book describes the linear sampling method for a variety of electromagnetic scattering problems.

2011 • x + 142 pages • Softcover • ISBN 978-0-898719-39-0
List Price \$55.00 • SIAM/CBMS Member Price \$38.50 • Code CB80



Partial Differential Equations: Analytical and Numerical Methods, Second Edition

Mark S. Gockenbach

Partial differential equations are essential for modeling many physical phenomena. This undergraduate textbook introduces students to the topic with a unique approach that emphasizes the modern finite element

method alongside the classical method of Fourier analysis.

2011 • xviii + 654 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898719-35-2
List Price \$85.00 • SIAM Member Price \$59.50 • Code OT122

Nonlinear Waves in Integrable and Nonintegrable Systems

Jianke Yang

This groundbreaking book presents cutting-edge developments in the theory and experiments of nonlinear waves. Its comprehensive coverage of analytical and numerical methods for nonintegrable systems is the first of its kind.

2010 • xxvi + 430 pages • Softcover • ISBN 978-0-898717-05-1
List Price \$85.00 • SIAM Member Price \$59.50 • Code MM16

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. BKMA11, 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.

Generalized Concavity

Mordecai Avriel, Walter E. Diewert, Siegfried Schaible, and Israel Zang

Originally published in 1988, this enduring text remains the most comprehensive book on generalized convexity and concavity. The authors present generalized concave functions in a unified framework, exploring them primarily from the domains of optimization and economics.

2010 • xvi + 332 pages • Softcover • ISBN 978-0-898718-96-6
List Price \$75.00 • SIAM Member Price \$52.50 • Code CL63



Nonlinear Programming: Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes

Lorenz T. Biegler

This book addresses modern nonlinear programming (NLP) concepts and algorithms, especially as they apply to challenging applications in chemical process

engineering. The author provides a firm grounding in fundamental NLP properties and algorithms and relates them to real-world problem classes in process optimization.

2010 • xvi + 399 pages • Hardcover • ISBN 978-0-898717-02-0
List Price \$85.00 • MOS/SIAM Member Price \$59.50 • Code MO10

Modeling, Simulation, and Optimization of Supply Chains: A Continuous Approach

Ciro D'Apice, Simone Göttlich, Michael Herty, and Benedetto Piccoli

This book offers a state-of-the-art introduction to the mathematical theory of supply chain networks, focusing on those described by partial differential equations.

2010 • x + 206 pages • Softcover • ISBN 978-0-898717-00-6
List Price \$69.00 • SIAM Member Price \$48.30 • Code OT121

All prices are in US dollars.

SIAM JOURNALS ONLINE

Your link to the world of applied mathematics

SIAM has realigned its electronic journal volumes to mesh with the calendar year. As of January 1, each SIAM journal began publishing to a new volume that will include all papers published through December 31. This change greatly reduces the lag time between the online and print editions.

Bonus: Journal realignment will result in some extra issues for print subscribers in 2011!

epubs.siam.org

Note de MATAPLI : Dans son article sur Yves Meyer à l'occasion du prix Gauss qui lui a été attribué par l'International Mathematical Union à Hyderabad, Matapli reprenait en partie des textes de présentation des lauréats qui faisaient partie des lettres d'information préparées pour la com autour de l'ICM et écrivait par erreur (Matapli n°93, page 26) qu'Yves avait été primé au concours général de grec. Yves nous a demandé d'user de son droit de réponse. Voici son texte :

Le Grec

par Yves Meyer

LE GREC

Je remercie la SMAI de me permettre d'utiliser mon droit de réponse. Non ! Je n'ai jamais eu de prix ni même d'accessit au concours général de grec ancien. Mais j'ai eu la chance de comprendre et d'aimer la beauté et la pensée grecques. En ce jour du décès de Jacqueline de Romilly je voudrais dire ce que fut le grec ancien pour moi. Nous n'étions qu'une dizaine à étudier le grec au lycée Carnot de Tunis et les cours qui nous étaient donnés prenaient souvent la forme de séminaires. Une de mes idoles était Socrate, tel que Platon nous le représente ; je le sentais très vivant, proche et amical. J'admirais son anticonformisme et sa quête inlassable de la vérité ; son mépris de la richesse et du pouvoir ; son ironie face à ses juges et son calme dédain de la mort. Qui n'a pas rêvé de ressembler à Socrate et qui peut se flatter d'avoir suivi ses traces ?

Aujourd'hui encore Socrate m'est proche. Je viens de relire le Phédon et mon affection pour Socrate reste intacte. La mort de Socrate nous est racontée dans le Phédon :

A peine avait-il dit ces mots qu'il porta la coupe à ses lèvres et tout tranquillement, tout facilement, il la vida. Jusqu'à ce moment, nous avions, pour la plupart, réussi à nous retenir de pleurer ; mais quand nous vîmes qu'il buvait, et qu'il avait bu : impossible ! Ce fut plus fort que moi, je laissai moi aussi couler mes larmes à tel point que je dus me couvrir le visage pour pleurer sur moi-même, car ce n'était pas sur lui, mais sur mon propre sort que je pleurais, en comprenant quel ami j'allais perdre. Quant à Criton qui, encore plus que moi, n'avait pu retenir ses larmes, il s'était dressé. Mais Apollodore qui, pendant tout le temps qui précédait, n'avait cessé de pleurer, se mit à ce moment-là, à rugir de douleur, à hurler son indignation, si bien qu'il n'y ait personne, de tous ceux qui étaient présents, dont il ne brisât le courage. A

l'exception, bien-entendu, de Socrate, qui dit : "Mais que faites-vous donc ? Vous êtes vraiment étonnants ! Enfin, si j'ai renvoyé les femmes, c'est surtout pour cette raison, pour éviter semblables fausses notes ! Car j'ai entendu dire qu'il faut mourir avec des paroles de bon augure. Allons restez calmes et ayez du courage !"

Mon autre idole était Antigone ; elle incarnait à mes yeux une seconde forme de révolte, celle du cœur ; elle s'opposait à la raison d'état, inhumaine et stupide. Antigone ne prend pas partie dans la guerre civile qui ensanglante Thèbes. Elle n'essaye pas de savoir qui, de ses deux frères Étéocle ou Polynice, a raison. Elle demande que le vaincu ait aussi droit à un enterrement humain ; elle exige que son corps ne soit pas abandonné sans sépulture pour devenir la pâture des oiseaux carnassiers. Elle dit : *"Je suis faite pour partager l'amour et non la haine"* et ensuite, parlant à sa douce sœur Ismène, *"Tu as opté pour la vie, et moi pour la mort."* Créon ordonna d'enfermer Antigone vivante dans un tombeau. Il dit : *Je la mènerai en un lieu désert et la murrai dans un caveau, vivante.* Créon préfigure ces hommes politiques qui, sans la moindre étincelle d'intelligence, pensaient que les bombardements, le napalm et la torture suffiraient à résoudre les problèmes humains et sociaux qui se posaient en Algérie. Dans le cas du drame algérien, Antigone aurait d'abord soutenu le nationalisme algérien, mais aurait ensuite pris la défense de ceux des harkis qui furent abandonnés en Algérie, après la signature des accords d'Évian, pour être ensuite massacrés par le nouveau pouvoir. Henri Alleg fit ces choix : après avoir soutenu l'insurrection algérienne, il demande que les droits des harkis ne soient pas bafoués. Germaine Tillion fut l'Antigone de notre temps. Je pense aussi à Mouloud Feraoun, professeur lucide et mesuré, partisan de la justice et de l'équité, qui fut assassiné par l'OAS en 1962. J'ai tant admiré Antigone, je l'aime d'un tel amour, que je crois qu'elle a réellement existé.

Parmi les problèmes que j'ai dû affronter à vingt ans, la guerre d'Algérie était bien évidemment le plus terrible. Ma propre expérience de la misère et de l'injustice sociale qui existaient en Tunisie m'avaient permis de comprendre les causes du drame algérien. J'étais concerné par cette guerre, car je savais pourquoi elle était menée par les nationalistes algériens.

Mes camarades et moi avons à prendre position sur cette tragédie par le simple et terrible fait que nous devons "servir en Algérie", c'est-à-dire accepter le risque de torturer et de tuer. Aujourd'hui je sais que ce risque existait très peu pour nous, étudiants privilégiés qui pouvions enseigner ou, pour mes camarades physiciens, travailler à Collomb-Béchar dans le domaine des fusées. Mon ami Serge Boucheron a enseigné en Kabylie et n'a jamais eu à torturer ou à tuer. Mais l'Armée Française était si puissante et si terrifiante que j'envisageais le pire. Fallait-il pro-

longer artificiellement un sursis en commençant une thèse ? Quand je me posais cette question, j’avais vingt ans, je venais d’obtenir l’agrégation et l’inscription en thèse m’aurait permis d’étendre mon sursis jusqu’à vingt-sept ans. Mais ma vocation pour la recherche n’existait pas encore et commencer une thèse pour bénéficier d’un sursis m’aurait paru aussi inconvenant que de faire, sans amour, un mariage d’argent. La “recherche scientifique” n’allait pas devenir pour moi la recherche de la sécurité, mais bien celle de l’insécurité. Insécurité sur ma vocation, comme sur la qualité de ce que j’allais créer. Fallait-il passer à l’autre extrême, c’est-à-dire résilier mon sursis pour ensuite, devenu soldat, refuser de servir en Algérie ? J’avais trop d’orgueil pour choisir la première voie (le sursis obtenu à l’aide d’une thèse dont je ne sentais pas l’impérieuse nécessité) et je manquais du courage nécessaire pour affronter, seul, l’Armée Française et me perdre dans l’insoumission ou la désertion. Face à la guerre d’Algérie et à son horrible déroulement, le courage désespéré d’Antigone me fera défaut et mon refus prendra la forme d’une fuite ou d’une dérobade. J’ai choisi une voie moyenne en essayant de faire un lâche compromis entre la solidarité vis à vis de ma classe d’âge, enrôlée de force dans une guerre absurde, et ma propre survie. J’ai donc résilié mon sursis, tout en demandant à être affecté, en tant que soldat-professeur, au Prytanée militaire de La Flèche. Paradoxalement ce fut cette expérience de l’enseignement secondaire qui me conduisit au métier de chercheur. Aidé par mes élèves et par deux remarquables inspecteurs généraux, je compris que j’enseignais mal à cause de certains défauts qui pouvaient devenir des qualités si j’acceptais de m’engager dans la recherche. Ce que je fis en 1963, en demandant un poste d’assistant à Strasbourg. Aujourd’hui encore, inlassablement, je relis Platon.

EDP SCIENCES

Mathematics

ESAIM MAN
Mathematical Modelling and Numerical Analysis
www.esaim-m2an.org

ESAIM PS
Probability and Statistics
www.esaim-ps.org

ESAIM COCV
Control, Optimisation and Calculus of Variations
www.esaim-cocv.org

RAIRO THEORETICAL INFORMATICS AND APPLICATIONS
INFORMATIQUE THEORIQUE ET APPLICATIONS
www.rairo-ita.org

RAIRO OPERATIONS RESEARCH
www.rairo-ro.org

Quadrature
www.quadrature-journal.org

ESAIM PROC.
ESAIM: Proceedings
Open Access
www.esaim-proc.org

Mathematical Modelling of Natural Phenomena
www.mmap-journal.org

www.edpsciences.org

Une brève présentation du CIMPA

CIMPA CENTRE INTERNATIONAL DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES

Le CIMPA est une organisation internationale destinée à promouvoir les mathématiques dans les pays en voie de développement. Le CIMPA est soutenu par l’UNESCO et subventionné principalement par le Ministère de l’enseignement supérieur et de la recherche (MESR), l’université de Nice-Sophia Antipolis (UNS), le Ministerio de Ciencias e Innovación (MICINN) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

<http://www.cimpa-icpam.org/>

LE CIMPA EN BREF

Le CIMPA est un organisme international œuvrant pour l’essor des mathématiques dans les pays en voie de développement.

Fondé en 1978, le CIMPA est basé à Nice. Il a pour vocation de promouvoir la coopération internationale dans le domaine de l’enseignement supérieur et de la recherche en mathématiques pures et appliquées et leurs interactions, ainsi que dans les disciplines connexes.

Créé en France et reconnu par l’UNESCO, le CIMPA bénéficie du soutien du MESR (France), de l’UNS (France), du MICINN (Espagne) et du CNRS (France). Disposant du statut d’association (loi française de 1901), il s’appuie sur de nombreux mathématiciens et membres institutionnels du monde entier.

Depuis 2007, le Conseil d’administration du CIMPA a exprimé la volonté de le faire évoluer en un centre européen afin que d’autres pays puissent apporter leur soutien financier et participer à ses activités scientifiques. Aujourd’hui en marche, cette évolution permettra de mieux répondre aux nombreuses demandes des pays en voie de développement que les moyens actuels ne permettent pas de satisfaire.

Les mathématiques fondamentales et appliquées sont au cœur des domaines scien-

Une brève présentation du CIMPA

tifiques d'intervention du CIMPA. Le CIMPA intervient également sur les interfaces des mathématiques avec d'autres domaines scientifiques.

ACTIVITÉS DU CIMPA

L'organisation d'écoles de recherche est la tâche principale du CIMPA et représente la majeure partie de son action, qui se concentre aux endroits où il y a une réelle volonté de faire émerger et de développer les mathématiques, et où un projet de recherche est envisageable. Chaque année, un appel à projets est réalisé afin d'organiser une douzaine d'écoles de recherche d'environ deux semaines chacune dans les pays en voie de développement sur tous les continents. Leur but est de contribuer à la formation par la recherche de nouvelles générations de mathématiciennes et de mathématiciens. Chaque école de recherche compte en moyenne 50 participants. Les projets d'écoles de recherche déposés au CIMPA sont évalués par un Conseil scientifique qui s'efforce de respecter trois des grands équilibres que le CIMPA essaye de maintenir : géographique, thématique et femme/homme. Le CIMPA a acquis une forte reconnaissance au niveau français et international et les évaluations régulières de ses activités font état de son bon fonctionnement.

Le CIMPA suscite et appuie des initiatives, il ne se substitue pas aux mathématiciens sur place. Le CIMPA ne peut ni veut tout faire ou tout financer, ce qui aurait un effet contraire à ses objectifs.

Les autres actions du CIMPA incluent le soutien à des réseaux thématiques, des actions en partenariat avec d'autres organismes aux buts similaires comme l'International Centre for Theoretical Physics (ICTP), des projets en coopération avec des sociétés savantes à vocation internationale ou régionale comme l'International Mathematical Union (IMU), l'International Council for Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), l'European Mathematical Society (EMS), la South-East Asia Mathematical Society (SEAMS), l'Union Mathématique Africaine (UMA) et l'Unión Matemática de América Latina y el Caribe (UMALCA), le copilotage de programmes scientifiques, ainsi que des actions documentaires et la diffusion de l'information et son partage.

L'action du CIMPA ne se limite pas à fournir une aide pour la gestion administrative ou financière de projets ou de programmes. Malgré ses moyens financiers restreints, le CIMPA estime essentiel de participer et de contribuer à l'activité scientifique et à l'émergence et la consolidation de structures de recherche mathématique dans les pays en voie de développement. Le CIMPA est une asso-

ciation de mathématiciens pour le développement des mathématiques.

ORGANISATION DU CIMPA

Les membres du CIMPA sont des membres individuels et des membres institutionnels dont l'Académie des sciences française, la Société mathématique de France (SMF), la Société de mathématiques appliquées et industrielles (SMAI), la Société française de statistiques (SFdS), la Real Sociedad Matemática Española (RSME), la Societat Catalana de Matemàtiques (SCM), la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA), la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa (SEIO), le Comité national français des mathématiciens (CNFM), le Comité Español de Matemáticas (CEMAT), l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), le Centre de modélisation mathématique (CMM, Chili), l'EMS, l'ICIAM, l'UMALCA, l'UMA, et la SEAMS.

Le Conseil scientifique (CS) du CIMPA est composé de mathématiciens et mathématiciennes reconnus et le Conseil d'administration (CA) comporte des membres de droit (l'UNESCO, le MESR/Direction générale pour la recherche et l'innovation DGRI, le MESR/Direction des relations européennes et internationales et de la coopération DREIC, le MICINN d'Espagne, IUNS) et des membres élus dont un professeur à l'université de Yaoundé et une professeure à l'université de Buenos Aires. Le CA adopte le budget et en contrôle l'exécution. Il est investi des pouvoirs les plus étendus pour effectuer tous actes d'administration.

Le Bureau du CA est composé du Président, du Vice-Président, du Secrétaire et du Trésorier. Ils sont élus pour quatre ans par le CA et peuvent exercer au plus deux mandats consécutifs.

Le Conseil d'orientation et de pilotage (COP) oriente la politique du CIMPA, propose des priorités et émet des recommandations. Il arrête le programme des écoles de recherche et des autres activités, à partir de l'avis du CS.

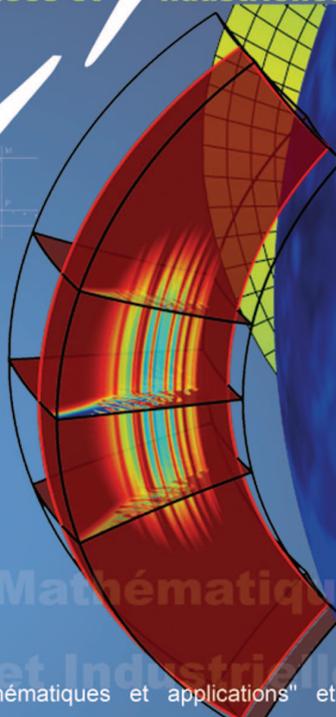
L'équipe de direction du CIMPA est constituée du directeur, des responsables scientifiques régionaux et de la responsable de la communication. Un responsable informatique et deux secrétaires s'occupent de la partie opérationnelle, à Nice.

Une version bilingue anglais français en format pdf de cette présentation, mise en page par un graphiste est disponible à l'adresse

<http://www.cimpa-icpam.org/IMG/pdf/cimpa-web.pdf>

Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

SMAI

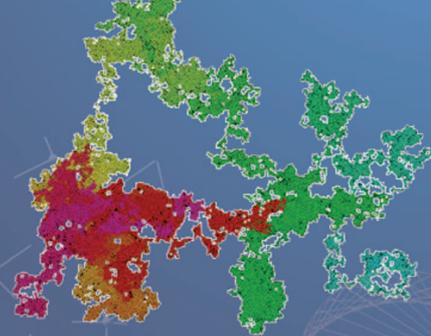


Nos objectifs :

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

Nos activités principales :

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



<http://smai.emath.fr>

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

Appel à projets pour écoles de recherche CIMPA en 2013

CIMPA

Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées



Le Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées CIMPA a pour objectif de promouvoir la coopération internationale au profit des pays en développement, dans le domaine de l'enseignement supérieur et la recherche en mathématiques et leurs interactions, ainsi que dans les disciplines connexes, l'informatique notamment. Notre action se concentre aux endroits où les mathématiques émergent et se développent, et où un projet de recherche est envisageable.

Le CIMPA est un centre de l'UNESCO, basé à Nice, financé par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (France), par l'Université de Nice Sophia Antipolis (France), par le Ministerio de Ciencia e Innovacion (Espagne) et par l'UNESCO.

Nous organisons des écoles de recherche d'environ deux semaines dans les pays en voie de développement. Le but de ces écoles est de contribuer à la formation par la recherche de la nouvelle génération de mathématiciennes et de mathématiciens.

Une fois sélectionnées par le Conseil scientifique et le Conseil d'orientation et de pilotage du CIMPA, les écoles sont organisées localement avec l'aide du CIMPA. La contribution financière du CIMPA est proposée essentiellement aux jeunes des pays voisins, pour qu'ils puissent assister à l'école de recherche. Le CIMPA peut aider à obtenir des fonds provenant d'autres sources. La feuille de route disponible sur le site du CIMPA donne des précisions supplémentaires. Vous pouvez aussi écrire au CIMPA.

L'appel à projets d'écoles de recherche commence le **1er mars 2011**.

Appel à projets pour écoles de recherche CIMPA en 2013

La date limite pour déposer un pré-projet est le **15 juin 2011**.

Le projet complet devra être déposé avant le **1er octobre 2011**.

Les projets liés aux applications des mathématiques sont spécialement bienvenus.

Le formulaire se trouve sur le site du CIMPA
(<http://www.cimpa-icpam.org/spip.php?article151>),
vous pouvez aussi écrire à cima@unice.fr

<http://www.cimpa-icpam.org>

Du côté des Industriels

par Christian Gout

Compte-rendu de la journée d'inauguration du GDR Mathématiques et Entreprises

Communiqué par S. Masnou

DU CÔTÉ DES INDUSTRIELS

Le 1er décembre dernier s'est tenue à l'Institut Henri Poincaré la journée d'inauguration du GDR Mathématiques et Entreprises (www.maths-entreprises.fr). Dans son allocution d'ouverture, **Bertrand Maury** (Université Paris-Sud), directeur du GDR, a rappelé dans quel contexte national et européen ce GDR a vu le jour :

1. L'existence de plusieurs GDR thématiques et de "Projets Exploratoires Premiers Soutiens" qui ont permis l'émergence de collaborations fructueuses entre chercheurs académiques et ingénieurs dans l'industrie ;
2. La prise en compte au niveau institutionnel de la question des interactions, que ce soit par le biais de structures de réflexion (cf notamment les activités du "Forward Look on Mathematics and Industry" et des différentes sociétés savantes, SMAI, SMF, SFDS) ou la création de structures visant à favoriser les interactions (notamment le projet d'Agence pour les Mathématiques en Interaction avec les Entreprises et la Société ou le réseau des Maisons de la Modélisation et de la Simulation) ;
3. Les expériences d'interactions réussies en Europe, notamment en Grande Bretagne, en Allemagne ou en Espagne.

Bertrand Maury a ensuite insisté sur les missions de ce nouveau GDR :

1. fluidifier les relations entre les mathématiciens et les ingénieurs en entreprise ; il s'agit plus précisément de faire admettre, dans la communauté mathématique, l'idée que des problèmes industriels puissent être l'objet de recherches en mathématique ; il s'agit également de faire admettre, auprès des ingénieurs, l'idée que la recherche académique en mathématique est en soi pertinente, qu'elle soit ou non directement en contact avec les applications. Il s'agit enfin que des ingénieurs dont l'activité relève des mathématiques appliquées soient effectivement considérés comme mathématiciens ;

2. favoriser la collaboration de chercheurs et d'ingénieurs aux profils et aux compétences différents mais complémentaires, motivés par un objectif commun de progrès scientifique ;
3. donner de la visibilité au monde académique, et notamment aux petites structures isolées qui souhaiteraient s'investir dans des projets d'interaction ;
4. identifier des thématiques porteuses en terme de recherche académique et/ou d'enjeux industriels ;
5. lancer des ateliers de réflexion sur la valorisation des mathématiques à l'université, sur l'importance de la formation en mathématiques dans les écoles d'ingénieurs, ou sur la question des codes appliqués à des problèmes industriels (est-ce la vocation de l'université qu'elle participe à leur développement et, si oui, comment le faire efficacement).

Afin d'illustrer certains enjeux industriels qui nécessitent de forts développements théoriques, **Bertrand Iooss**, du Groupe Modélisation des Incertitudes et Fiabilité des Composants chez EDF Recherche et Développement, a choisi d'intervenir sur un sujet précis de recherche : l'analyse et la modélisation statistique d'expériences numériques. Son exemple le plus notable est celui de la fiabilité nucléaire : comment modéliser afin de les anticiper des accidents de réacteur ? L'incertitude est au cœur du problème car il faut comprendre tout à la fois les incertitudes sur le modèle retenu pour le scénario d'accident, les incertitudes sur son implémentation numérique, ainsi que les incertitudes sur les paramètres physiques et les données environnementales du scénario. Bertrand Iooss a évoqué quelques outils de modélisation qu'utilisent les ingénieurs d'EDF en collaboration avec certains chercheurs académiques : des techniques statistiques, des réseaux de neurones, des polynômes de chaos, des techniques de krigeage, etc. Les problèmes ouverts et difficiles sont la question de la très grande dimension des problèmes, la gestion des sorties multi-valuées, le relâchement des hypothèses de base des modèles utilisés, l'estimation d'une probabilité d'évènement rare et les simulateurs à niveau de précision réglable.

L'exposé suivant a vu s'exprimer, à parts égales, **Isabelle Terrasse** (EADS Innovation Works, actuellement en détachement comme directrice de l'INRIA Bordeaux Sud-Ouest), et **Eric Duceau** (Directeur Scientifique d'EADS Innovation Works) sur la modélisation de la physique dans l'aéronautique (avions, lanceurs, missiles). Ils ont tous deux insisté sur le caractère fortement multi-échelles et multi-physiques des problèmes, qui s'est renforcé avec l'utilisation des matériaux composites dans les structures. Ils ont décrit à titre d'exemple la difficulté à modéliser l'impact électromagnétique du foudroiement d'un avion, dont la connaissance

est indispensable pour anticiper les risques d'accident, ainsi que la modélisation en vue de la contrôler de l'acoustique externe d'un avion. La recherche menée jusqu'ici fonctionne par découpage en sous-problèmes qu'on résout individuellement et dont on essaie de déduire une information globale. D'énormes progrès restent cependant à faire, notamment concernant la reconstruction de l'information globale, la prise en compte d'incertitudes, l'assimilation de données numériques ou expérimentales, ou l'optimisation pluridisciplinaire. Isabelle Terrasse a indiqué qu'il était nécessaire de mieux former les futurs ingénieurs à la prise en compte de l'incertitude, au doute scientifique, à l'utilisation d'outils de calcul diversifiés, ce à quoi les Maisons de la Modélisation et de la Simulation et les méso-centres de calcul peuvent aider. Enfin, Isabelle Terrasse a rappelé l'importance des PME pour le transfert des mathématiques vers les entreprises car elles pourraient jouer un rôle clef à la fois dans le développement de codes industriels et dans le suivi de thèses en lien avec des laboratoires académiques. Le modérateur de la session, Marc Massot (Centrale Paris), a fait cependant remarquer que certains groupes, par exemple Dassault pour le calcul intensif, ne souhaitent pas externaliser leurs grands codes dès lors qu'ils sont au cœur de leur technologie et leur permettent de garder une avance sur la concurrence.

L'exposé de **Marc Joye** (Technicolor) a montré l'importance cruciale des mathématiques fondamentales dans le domaine de la cryptologie. Des branches aussi variées que les mathématiques discrètes, la théorie des nombres, la géométrie algébrique, ou les statistiques fournissent des outils de cryptographie et de cryptanalyse. Marc Joye a rappelé les fondements de la cryptographie, à savoir la nécessité de crypter pour préserver la confidentialité, l'intégrité d'un document, ou son origine, et il en a décrit les méthodes principales. Après une brève évocation du codage RSA, il a présenté les principes de la cryptographie sur courbe elliptique, qui remontent aux travaux de Koblitz et Miller en 1985. Elle permet de faire de la cryptographie par clef publique (le receveur communique sa clef, le codeur code en fonction de cette clef et seul le receveur peut décoder). L'opération de cryptage (calculer Q tel que $Q=KP$ où K est un scalaire et P, Q sont sur la courbe elliptique définie sur un corps fini, par exemple binaire) est très facile, faisable en temps polynômial. Par contre, l'opération inverse est très dure (étant donné P et Q , trouver K). La sécurité du système peut être prouvée si l'attaquant n'a accès qu'aux entrées et aux sorties. Le problème majeur est celui des attaques par canaux cachés, qui consistent pour l'attaquant à contourner la difficulté en mesurant par exemple le temps d'exécution, la consommation en courant, ou le rayonnement électromagnétique. La simple mesure de la consommation en courant à l'aide d'un oscilloscope permet par exemple de savoir quand on fait une opération de doublement ou d'addition, ce qui suffit pour retrouver la valeur

du scalaire K . Marc Joye a montré quelles étaient les parades possibles, et leurs faiblesses. Parmi les problèmes ouverts, il a cité la compréhension de la complexité du logarithme discret sur courbe elliptique, l'implémentation aléatoire, la nécessité d'inventer des attaques pratiques contre des protocoles cryptographiques sophistiqués (de façon à les anticiper) et de prouver, d'un point de vue théorique, l'efficacité des contremesures, la nécessité d'améliorer l'efficacité des calculs et leur sécurité, le développement de cryptographie basée sur l'identité (où c'est le nom du destinataire qui sert de clé de chiffrement), et la sécurité en boîte blanche (qui vise à remplacer la protection matérielle des circuits par un procédé strictement logiciel, donc inaccessible aux attaques physiques).

L'exposé d'**Ivar Ekeland** (Université Paris-Dauphine et Université de la Colombie Britannique) a porté sur une problématique tristement actuelle : la modélisation des risques sur les marchés financiers. De façon très pédagogique, Ivar Ekeland a présenté les différents risques, notamment le risque de marché, qui est le risque légitimement recherché par l'acteur moyen sur les marchés financiers, et les risques indésirables que sont les risques de crédit et de liquidité, le risque opérationnel et le risque systémique. D'après Ivar Ekeland, les marchés financiers ont connu de 1973 à 2008 une période prospère où l'équation de Black and Scholes, l'analyse statistique et l'analyse numérique furent des outils en apparence suffisants pour concevoir de nouveaux produits financiers permettant aux banques de ne pas prendre de risque tout en offrant des perspectives aux investisseurs. Il n'y avait cependant aucun recul historique pour caler les modèles et fixer les prix. La crise de 2008 a vu apparaître de façon critique le risque de liquidité, le risque systémique, et la notion d'aléa moral, qui désigne ici la prise de conscience que les banques s'étaient engagées bien au delà de leurs obligations légales en termes de risque. La situation actuelle porte le nom de "sélection adverse" : les banques ne veulent pas rendre public leurs actifs car leur évaluation serait catastrophique, et elles ne veulent pas prêter aux autres banques car elles doutent de leur solvabilité. Seule la BCE prête aux banques, qui d'ailleurs prêtent en retour à la BCE à un taux supérieur... C'est donc sur les états souverains que se porte une attention inquiète car leurs comptes sont transparents. Ivar Ekeland a ensuite décrit le rôle des mathématiques dans ce nouveau contexte : l'évaluation et la couverture de produits dérivés, ainsi que la gestion de portefeuilles ont encore de beaux jours devant elles... La préoccupation nouvelle porte sur les mesures de risque, sur la prise en compte des contraintes de risque, sur la nécessité de mettre en place des outils de mesure dynamique du risque, d'évaluation des produits financiers sous asymétrie d'information, et, enfin, sur la modélisation des phénomènes très actuels de la responsabilité limitée des dirigeants d'entreprise et des banques. Plus concrètement, certains problèmes se ramènent à des questions d'optimisa-

tion sous contrainte de risque, par exemple sous contrainte de liquidité, et d’optimisation simultanée sur plusieurs marchés. Ivar Ekeland a notamment cité des travaux récents de Sannikov permettant de faire le lien entre le problème d’alea moral et un problème de contrôle optimal.

Jean-Frédéric Gerbeau, directeur de recherches à l’INRIA Rocquencourt, a décrit quelques travaux menés avec plusieurs équipes de recherche sur des phénomènes d’interaction fluide-structure en lien avec les fluides sanguins, notamment les mouvements de l’aorte, des valves cardiaques – dont la simulation requiert le couplage d’équations de Navier-Stokes sur domaine mobile avec les équations de l’élasticité sur membrane mince – ou encore la simulation du rythme cardiaque mesuré à partir d’un écoulement sanguin simulé. Jean-Frédéric Gerbeau a ensuite décrit des problèmes encore largement ouverts portant sur l’intégration de données de simulation – par exemple pour la mise au point de méta-modèles en électrophysiologie – sur les statistiques anatomiques et le prototypage rapide, ou sur l’assimilation de données médicales relatives aux flux sanguins. Il a conclu en relevant que d’énormes progrès ont été réalisés dans le domaine du couplage multi-physique. Il demeure cependant beaucoup de problèmes de modélisation, notamment pour ce qui concerne la prise en compte des tissus externes, ou plus généralement le couplage avec des phénomènes biologiques ou pharmacologiques. Il a également insisté sur tout le travail qui reste à accomplir pour faire interagir des données réelles avec des données de simulation afin de réduire les incertitudes, un objectif étant par exemple de pouvoir envisager plusieurs scénarios à partir d’un modèle calé. Un enjeu actuel est notamment d’adapter les simulations aux nouvelles données issues des progrès récents de l’imagerie.

Gérard Berginc, directeur scientifique chez Thalès Optronique, a parlé d’imagerie optique et d’imagerie non conventionnelle en milieu diffusant, et plus précisément de tomographie en cohérence optique. Il s’agit, à l’aide d’une source laser d’illumination, de récupérer l’intensité rétro-diffusée et d’imager cette intensité sur un capteur. Cette technique peut par exemple être utilisée pour détecter un mélanome en utilisant les propriétés de réfraction des différentes couches de la peau. Thalès y a recours plutôt pour la détection d’objets camouflés sous des feuillages d’arbre ou des filets camouflants et dont on obtient des informations très partielles en prenant plusieurs acquisitions à l’aide d’un drone. Le problème crucial qui se pose est la compréhension des phénomènes de diffusion par un milieu aléatoire. Gérard Berginc a montré quelques résultats de reconstruction que les ingénieurs de Thalès ont pu réaliser avec l’aide de chercheurs académiques. Il a insisté sur le besoin de mathématiciens pour mieux comprendre les milieux fortement diffusifs, le traitement des signaux bruités et l’extraction de l’information utile. La reconstruction en situation réelle reste un problème encore très ouvert en raison

du bruit et du peu d’information utile disponible.

Les exposés de **Robert Leese** (Smith Institute for Industrial Mathematics and System Engineering) et d’**Helmut Neunzert** (Technische Universität, Kaiserslautern) avaient été programmés pour connaître la réalité des situations britannique et allemande concernant les collaborations entre milieux académique et industriel, qui sont notoirement beaucoup plus développées qu’en France. Du fait des intempéries et de pannes sur le réseau ferré (allemand !), Helmut Neunzert n’a malheureusement pas pu rejoindre l’IHP. Robert Leese, quant à lui, a d’abord décrit le Knowledge Transfer Network for Industrial Mathematics, structure indépendante qu’il dirige et qui travaille en interaction étroite avec les industriels, puis montré quelques exemples de sujets de recherche ayant fait l’objet de collaborations fructueuses entre son institution et des entreprises.

Cédric Villani, directeur de l’Institut Henri Poincaré et professeur à l’université Lyon 1, hôte de cette journée, a fait ensuite un exposé pétillant, où il a rappelé que l’Institut Henri Poincaré a toujours accordé beaucoup d’importance aux recherches en interaction avec des problèmes concrets, que certains problèmes mathématiques profonds ont découlé de considérations très matérielles – le problème des déblais et remblais de Monge à mettre en regard des développements actuels autour du transport optimal – et que de grands mathématiciens, notamment Kolmogorov ou Shannon, ont travaillé sur des problèmes très appliqués. Il a insisté sur l’importance qui doit être accordée dans la formation des étudiants à l’étude de problèmes concrets, car c’est un excellent moyen de stimuler l’intérêt du plus grand nombre. Il a aussi mis en avant qu’avant même de tenter de résoudre un problème, il faut du temps pour le formuler. Il a ensuite évoqué l’importance des centres d’accueil (IHP, CIRM, etc.) pour favoriser les rencontres sur la durée : les problèmes les plus intéressants sont souvent ceux sur lesquels on tombe par hasard, notamment au hasard de rencontres.

Pour conclure la journée, Bertrand Maury a présenté les membres du bureau et l’équipe de coordination du GDR. Il a évoqué le prochain rendez-vous, en l’occurrence la semaine d’étude prévue du 4 au 8 avril dont l’objet sera de faire travailler des petits groupes de chercheurs, d’ingénieurs et d’étudiants sur un projet commun, dans l’idéal très prospectif, portant sur des sujets qui soient à la fois des points de blocage pour les entreprises et susceptibles d’initier des travaux de recherches pertinents pour les chercheurs. Comme cela a été dit plusieurs fois au cours de la journée, il est nécessaire (et difficile) que mathématiciens et industriels trouvent un langage commun. Ce n’est en effet pas toujours facile pour des experts aux compétences très différentes de réfléchir ensemble à des problèmes qui n’ont pas encore fait l’objet d’une modélisation : il faut au préalable effectuer un énorme travail de reformulation et de vulgarisation. Bertrand Maury a aussi

rappelé qu’il est difficile en France, pour des raisons culturelles, d’organiser sur des bases simples un dialogue entre étudiants et chercheurs expérimentés, et que ce sera un des enjeux de ce GDR. Il a également évoqué le futur du GDR, notamment la nécessité de trouver une bonne articulation avec la future Agence des Mathématiques en Interaction avec les Entreprises et la Société (AMIES), avec le réseau des Maisons de la Modélisation et de la Simulation, ainsi qu’avec les différents GDR existants qui, sur des thématiques précises, ont souvent déjà noué des contacts étroits avec certains industriels. Il a enfin mentionné que le GDR, en étroite coordination avec les sociétés savantes, l’AMIES et les différents GDR, s’attachera à promouvoir la mise en place d’un site internet unique permettant d’orienter les visiteurs, en fonction d’une ou plusieurs thématiques, vers les interlocuteurs adéquats dans la communauté mathématique.

Bureau du GDR Mathématiques et Entreprises :

Bertrand Maury (directeur)	Laboratoire de Mathématiques, Paris Sud 11
Jean-Marc Couveignes	Institut de Math. de Toulouse, Toulouse 3
Josselin Garnier	Lab. de Proba.et Modèles Aléatoires, Paris 7
Jean-Michel Loubes	Institut de Math. de Toulouse, Toulouse 3
Simon Masnou	Institut Camille Jordan, Lyon 1
Emmanuel Trélat	MAPMO, Orléans

Equipe de coordination :

Sylvain Faure	Laboratoire de Mathématiques, Paris Sud 11
Raphaël Loubère	Institut de Math. de Toulouse, Toulouse 3
Bertrand Maury	Laboratoire de Mathématiques, Paris Sud 11

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES POUR LE MASTER/SMAI

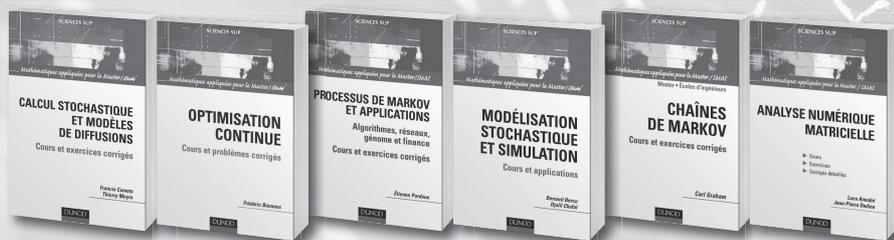
Les ouvrages de la série « Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI » s'adressent aux étudiants en Master ou en écoles d'ingénieurs.

Adaptés aux nouveaux cursus LMD, ils répondent à une double exigence de qualité scientifique et pédagogique.

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

Déjà parus :

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



À paraître en 2010 :

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



www.dunod.com





Un exploration numérique du traitement des signaux, des images et des surfaces

par Gabriel Peyré
CNRS et CEREMADE Université Paris-Dauphine,
75775 Paris Cedex 16 France,
email : gabriel.peyre@ceremade.dauphine.fr

Résumé

L’apport des mathématiques appliquées en traitement du signal et des images est indéniable. Les mathématiques ont permis de faire émerger des concepts fondateurs tels que les équations aux dérivées partielles, les ondelettes ou l’estimation statistique. Dans ce domaine, les avancées théoriques vont de paire avec le développement de nouveaux algorithmes de calcul. Les *Numerical Tours of Signal Processing* (qu’on pourrait traduire en français par *une exploration numérique du traitement du signal*) constituent une collection de travaux pratiques pour appréhender à la fois les mathématiques et les algorithmes. Ils sont accessibles en ligne à l’adresse

www.numerical-tours.com

Ces travaux pratiques permettent de suivre étape par étape l’implémentation en Matlab ou en Scilab de nombreux algorithmes de traitement des signaux, des images et des surfaces. Ces TP constituent une source importante d’information pour les chercheurs qui veulent apprendre des nouvelles méthodes parmi l’état de l’art du domaine. Mais ils sont aussi destinés à aider les étudiants (depuis la licence jusqu’au doctorat) pour apprendre les fondations théoriques et numériques du traitement du signal, des images et des surfaces.

1 Introduction

Le traitement moderne du signal (au sens large : signal 1D, image 2D, vidéo 2D+t, surface 3D, etc.) est confronté à une explosion de la complexité des données. Qu’il s’agisse de signaux audio, d’images couleur, de films ou de surfaces, la taille et la diversité de ces données rendent nécessaire le développement d’une science à la fois mathématique et numérique. Ces données doivent être restaurées, compressées ou analysées à l’aide d’algorithmes rapides qui exploitent des modèles



Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

mathématiques fins. Comprendre en profondeur ces modèles et les méthodes de traitement nécessite un échange permanent entre l’analyse mathématique et le calcul scientifique. Nous détaillons dans cet article une nouvelle plateforme en ligne, les *Numerical Tours of Signal Processing*, dont le but est d’aider l’utilisateur éclairé à maîtriser les techniques mathématiques et numériques du traitement du signal.

Cette plateforme présente plus d’une centaine de travaux pratiques (TPs) touchant à toutes les facettes des mathématiques du signal et de l’image. Elle sera utile pour les mathématiciens appliqués souhaitant comprendre plus en détail les problématiques du domaine. Elle permettra aussi aux ingénieurs en imagerie (médicale, sismique, astrophysique, etc.) de rendre plus concret certains concepts mathématiques. Chaque TP peut être appliqué sur n’importe quel signal, image ou surface, ce qui permet de confronter les méthodes aux données favorites de chaque discipline.

Apprendre les fondations théoriques du traitement du signal. L’utilisation de ressources en ligne en conjonction avec des logiciels de calcul scientifique comme Matlab¹ ou Scilab² est particulièrement adapté à l’apprentissage du traitement du signal [26]. Ces *Numerical Tours* sont cependant à mettre à part dans l’ensemble des ressources en ligne pour le traitement du signal. En effet, ces TP ont un contenu mathématique plus conséquent que la plus part des logiciels et sites web. L’accent est mis principalement sur l’échange nécessaire entre les méthodes mathématiques (et en particulier les formules et équations définissant les méthodes) et l’implémentation pratique sur machine. Cette base mathématique permet d’aller plus loin que la plus part des ressources classiques pour l’enseignement, qui utilisent principalement des notions élémentaires telles que le filtrage ou l’analyse de Fourier.

L’expérimentation numérique pour apprendre le traitement du signal. De l’avis de l’auteur, l’expérimentation numérique est très importante pour comprendre les outils théoriques et numériques développés récemment en traitement du signal. Un cours de Master typique en mathématiques appliquées au signal devrait alterner entre la description des outils, l’analyse théorique de leur performance, et l’expérimentation numérique sur des données synthétiques et réelles. Ces *Numerical Tours* ont été créées dans le but de rendre cette alternance entre théorie et pratique la plus simple possible à la fois pour l’enseignant et pour les étudiants. Ils permettent à l’enseignant d’avoir une plateforme d’expérimentation simple à utiliser. Ils permettent aux étudiants d’implémenter les méthodes et de compa-

¹<http://www.mathworks.com/>

²<http://www.scilab.org/>



Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

rer différentes techniques sur leurs propres données. Cette pratique leur permet également de mieux comprendre les concepts mathématiques, car les formules mathématiques se traduisent de façon très directe en des algorithmes rapides et élégants. Ceci leur permet de prendre conscience que le traitement numérique du signal est une science à part, qui nécessite une grande rigueur à la fois pour l’analyse théorique et pour l’expérimentation numérique [1].

Recherche et éducation reproductible. La recherche reproductible est un concept central du traitement des signaux et des images, voir par exemple [32, 17]. Un travail scientifique adhérent à la recherche reproductible offre, en même temps que la publication des travaux dans un journal, l’ensemble des logiciels permettant de reproduire les figures de l’article. Ces logiciels peuvent être également utilisés sur d’autres données. Nous pensons que cette recherche reproductible va de paire avec une éducation reproductible du traitement du signal, qui amène les étudiants à comprendre par eux même les concepts mathématiques et numériques en jeu, en les appliquant à leur propres données. Les TPs de ces *Numerical Tours* vont dans ce sens, en tentant de combler le fossé existant entre les concepts mathématiques de base (tels que Fourier, ondelettes ou EDPs) et les techniques plus avancées développées par les chercheurs.

2 Présentation des *Numerical Tours*

2.1 Côté utilisateurs ...

Les *Numerical Tours* constituent un ensemble de pages web, accessibles en ligne à l’adresse

www.numerical-tours.com

La figure 1, gauche, montre la page d’accueil des *Numerical Tours*.

Chaque page constitue un travail pratique (TP) indépendant. Un TP alterne entre des explications des méthodes mathématiques, avec des équations, des instructions Matlab/Scilab, et des figures montrant les résultats des instructions. Chaque TP est également entrecoupé d’exercices, où il est demandé à l’étudiant d’accomplir une tâche précise, dont le résultat est montré sous forme d’une figure. La figure 1, droite, montre le début d’un TP.

Il y a à l’heure actuelle plus de 100 TPs différents, mais ce nombre est en croissance constante. L’ensemble des TPs est regroupé en une vingtaine de sujets, tels que les ondelettes, l’infographie, le traitement du son, etc.

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

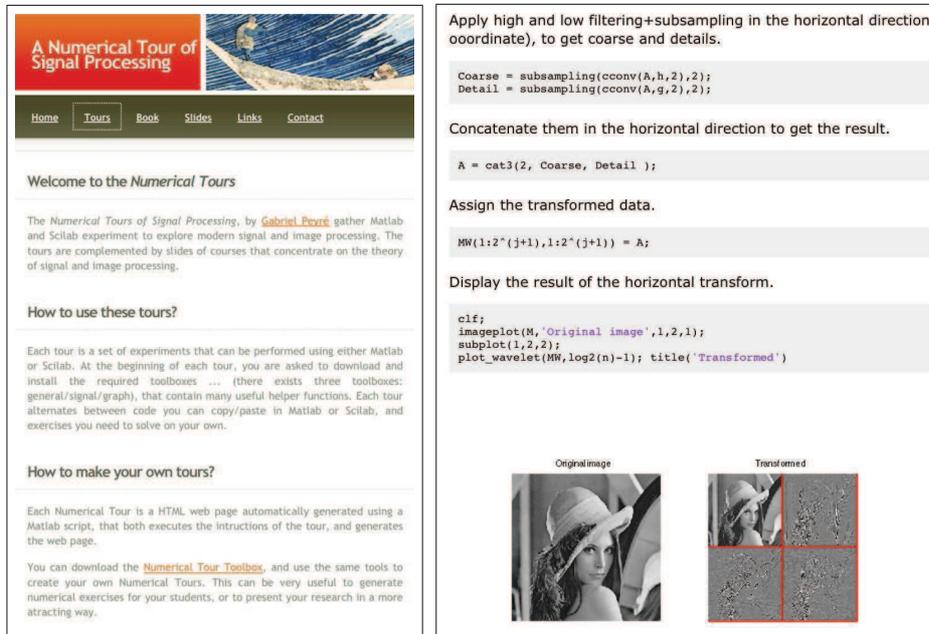


FIG. 1: Gauche : page d'accueil des Numerical Tours. Droite : extrait d'un TP.

2.2 ... et côté développeurs

Chaque TP (c'est-à-dire la page web, avec le texte, les équations, les figures et les exercices) est entièrement créée à partir d'un seul fichier Matlab. C'est le seul fichier qui doit être édité et maintenu à jour par un auteur souhaitant contribuer aux *Numerical Tours*. Ce script contient à la fois les instructions Matlab/Scilab qui effectuent les calculs, des commentaires Matlab standards, et des commentaires spéciaux pour afficher du texte, des équations, des références bibliographiques, des liens HTML, etc.

Ce système d'écriture est à la fois simple à utiliser et à maintenir. Il garantit que les scripts Matlab que les étudiants doivent utiliser marchent et produisent les résultats affichés dans les figures. Avec un peu d'habitude, il est possible d'écrire un *Numerical Tours* complet en quelques minutes pour des concepts simples, et en quelques heures pour un sujet avancé.

La figure 2, gauche, montre le code source Matlab pour un TP très simple. Il contient un titre, un sous-titre, une équation, un exercice et une figure. On notera l'utilisation de doubles commentaires afin d'indiquer un texte à afficher, et des balises spéciales pour signaler le début et la fin d'un exercice.

Le script Matlab doit être compilé à l'aide d'outils développés spécialement pour les *Numerical Tours*. Ces outils forment un préprocesseur qui utilise la commande

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

Sample Numerical Tour

```

%% Sample Numerical Tour
% This tour plots a discretized func

%% Plotting a function

%%
% One can define the function
% \[f : x \in [-1,1] \rightarrow
% x^2 \in \mathbb{R}^+ \]
% in matlab as a discretized vector.

f = linspace(-1,1,256).^2;

% EXO
%% As an exercise, display the funct.
clf; h = plot(f); axis tight;
% EXO
    
```

This tour defines and plot a discretized function.

Contents

- Plotting a function

Plotting a function

One can define the function

$$f: x \in [-1,1] \rightarrow x^2 \in \mathbb{R}^+$$

in matlab as a discretized vector.

```
f = linspace(-1,1,256).^2;
```

Exercice 1: (the solution is [exo1.m](#)) As an exercise, display the function.

```
exo1;
```

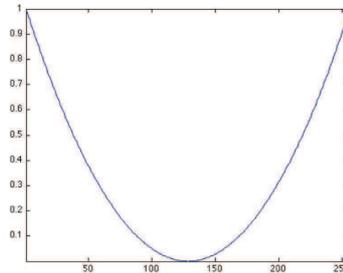


FIG. 2: Gauche : code Matlab. Droite : page web correspondante.

publish de Matlab afin de générer une page web.

3 Sujet couverts par les *Numerical Tours*

Nous allons maintenant détailler les principales notions mathématiques et numériques couvertes par les TPs des *Numerical Tours*. Toutes les figures sont extraites des *Numerical Tours* et peuvent donc être reproduites en suivant la description étape par étape de chaque TP.

3.1 Traitement en Fourier et en ondelettes

Un signal ou une image est manipulé numériquement comme un vecteur discrétisé $f \in \mathbb{R}^N$ où N est le nombre d'échantillons en 1D ou de pixels en 2D. De nombreuses méthodes de traitement sont effectuées à l'aide d'un changement de base. On considère alors les projections $\{\langle f, \psi_m \rangle\}_{m=0}^{N-1}$ où $\mathcal{B} = \{\psi_m\}_m$ est une base orthogonale de \mathbb{R}^N .

La base de Fourier suppose que les signaux ou les images sont périodiques. Elle

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

est définie en 1D par

$$\forall 0 \leq m < N, \quad \forall 0 \leq x < N, \quad \psi_m(x) = e^{\frac{2i\pi}{N}xm}$$

Le paramètre m indexe la fréquence d’un atome. Pour des images, la base de Fourier 2D est définie par produit tensoriel

$$\psi_m(x_1, x_2) = \psi_{m_1}(x_1)\psi_{m_2}(x_2)$$

et $m = (m_1, m_2)$ indexe une fréquence 2D. Les atomes de Fourier sont utiles pour calculer des convolutions qui sont diagonalisées dans la base de Fourier. Ils sont donc au cœur de nombreux traitement linéaires, par exemple pour effectuer un débruitage par lissage ou pour effectuer une régularisation de Tikhonov pour enlever le flou d’une image. Le point capital qui fait en pratique le succès de cette base est que l’ensemble des produits scalaires $\{\langle f, \psi_m \rangle\}_{m=0}^{N-1}$ se calcule en $O(N \log(N))$ opérations à l’aide de l’algorithme de transformée de Fourier rapide (FFT). La base de Fourier est également importante pour le traitement du son, par exemple en calculant une transformée de Fourier à fenêtre (spectrogramme). Ceci permet de déterminer une fréquence instantanée et d’effectuer différents traitements tels que la séparation de sources audio, ou le changement de la hauteur d’un son.

Bien que ces traitements en Fourier soient au centre de bien des méthodes en traitement du signal et des images, cette base n’est pas adaptée pour représenter efficacement des discontinuités. Une base de $L^2(\mathbb{R})$ d’ondelettes $\{\psi_{j,n}\}_{(j,n) \in \mathbb{Z}^2}$ est obtenue en translatant et dilatant une fonction d’ondelette mère ψ afin d’obtenir $\psi_{j,n}(x) = \psi(2^{-j}x - n)$. Une base d’ondelettes 2D est obtenue à l’aide de trois fonctions d’ondelettes mères $\{\psi^k\}_{k \in \{V,H,D\}}$ afin de définir des atomes dans les directions horizontales, verticales et diagonales. Ces atomes sont également des translations et dilatations $\psi_{j,n}^k(x) = \psi^k(2^{-j}x - n)$ où $2^j(n_1, n_2)$ est la position 2D des ondelettes. Un choix judicieux de la fonction ψ permet de définir une base orthogonale $\{\psi_m\}_{m=(j,n,k)}$ de $L^2(\mathbb{R}^2)$ en considérant $j \in \mathbb{Z}, n \in \mathbb{Z}^2, k \in \{V, H, D\}$. Cette base est définie à l’aide d’une cascade de filtrage discrets, voir [22]. Cette construction s’étend de façon naturelle à des signaux et images discrétisés en appliquant la cascade de filtres à un vecteur $f \in \mathbb{R}^N$. Ceci donne naissance à une base orthogonale discrète $\{\psi_m\}_{m=(j,n,k)}$ pour $0 \leq n_1, n_2 < 2^{-j}, 1/N \leq 2^j < 1, k \in \{V, H, D\}$. L’ensemble des produits scalaires $\{\langle f, \psi_m \rangle\}_{m=0}^{N-1}$ est calculé en $O(N)$ opérations à l’aide de la transformée en ondelettes rapide, voir la section 4.1.

Plusieurs TPs sont consacrés à l’implémentation de la transformée en ondelettes en 1D, 2D et 3D. Certains TPs s’intéressent à l’application de la transformée de Fourier à l’analyse de sons.

3.2 Approximation et compression

L’opération élémentaire la plus importante appliquée à un signal $f \in \mathbb{R}^N$ est le calcul de la meilleure approximation non-linéaire avec M coefficients dans une base $\mathcal{B} = \{\psi_m\}_m$. Cette opération peut être considérée comme un prototype pour des opérations plus complexes comme le débruitage, la compression ou l’inversion de problèmes inverses. Elle est définie par un seuillage des coefficients $\{\langle f, \psi_m \rangle\}_m$

$$f_M = H_T(f, \mathcal{B}) = \sum_{|\langle f, \psi_m \rangle| > T} \langle f, \psi_m \rangle \psi_m. \quad (1)$$

Le nombre de coefficients non nuls conservé est $M = |\{m \mid |\langle f, \psi_m \rangle| > T\}|$. Le signal f_M est reconstruit à partir des coefficients seuillées à l’aide d’un algorithme rapide de reconstruction qui a la même complexité que l’algorithme qui calcule les coefficients. La décroissance de l’erreur d’approximation $\|f - f_M\|^2$ reflète l’efficacité de la base pour des applications comme la compression, le débruitage et la régularisation de problèmes inverses. On peut montrer que l’erreur d’approximation dans la base de Fourier d’une image régulière de classe C^α satisfait $\|f - f_M\|^2 = O(M^{-\alpha})$, alors que cette décroissance n’est que de l’ordre de $\|f - f_M\|^2 = O(M^{-1/2})$ pour une image régulière par morceaux avec des discontinuités. La situation est meilleure pour l’approximation en ondelettes d’une image régulière par morceaux avec des contours de discontinuités de longueur finie. Pour ce type d’image, on peut montrer que l’erreur décroît comme $\|f - f_M\|^2 = O(M^{-1})$, ce qui est optimal pour la classe des fonctions à variations bornées, voir [22]. Il existe d’autres familles de bases telles que les curvelets [6] et les bandlets [23] qui améliore cette vitesse de décroissance pour les images cartoon, dont les contours sont des courbes régulières.

De nombreux algorithmes de compression utilisent la méthode dite de codage par transformée, qui est proche de l’approximation non linéaire (1). Le seuillage est remplacé par une quantification entière des coefficients

$$q_m = Q_T(\langle f, \psi_m \rangle) \in \mathbb{Z} \quad \text{o} \quad Q_T(x) = \text{sign}(x) \left\lfloor \frac{|x|}{T} \right\rfloor. \quad (2)$$

Les coefficients quantifiés $\{q_m\}_m$ sont ensuite transformés sous la forme d’une succession de 0 et de 1 à l’aide d’un codeur entropique. Pour un $T > 0$ donné, ce flot binaire est court (et mène à une bonne compression) si les coefficients du signal dans la base sont parcimonieux, c’est à dire que la plus part des q_m sont nuls. La décompression à partir du flot binaire s’obtient en inversant le codage entropique pour retrouver les $\{q_m\}_m$ (un codeur entropique est bijectif) puis en

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

reconstruisant un signal approché à partir des coefficients entiers

$$f_R = \sum_m T \operatorname{sign}(q_m) \left(|q_m| + \frac{1}{2} \right) \psi_m.$$

The processus de quantification et dé-quantification produit une erreur $\|f - f_R\|$ dont on peut montrer qu’elle est proche de l’erreur d’approximation non-linéaire $\|f - f_M\|$ obtenue pour le même seuil T . Les meilleurs compresseurs à l’heure actuelle, tel JPEG-2000, utilisent des codages entropiques avancés afin de prendre en compte les dépendances statistiques locales entre des coefficients d’ondelettes voisins, voir [22].

La figure 3 montre un exemple de compression à l’aide d’un codage entropique de coefficients d’ondelettes quantifiés.

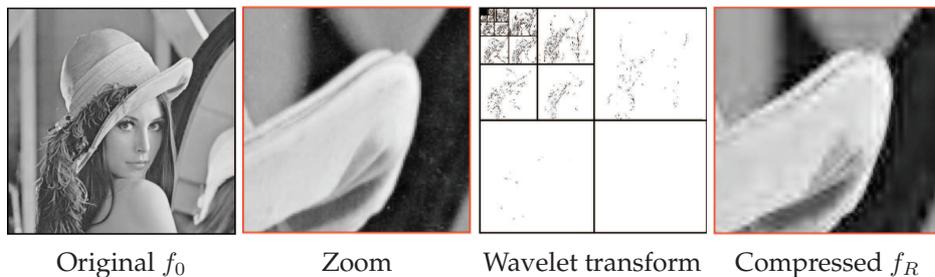


FIG. 3: Compression d’image à l’aide du codage des coefficients d’ondelettes.

Plusieurs TPs des *Numerical Tours* détaillent l’utilisation de bases orthogonales telles les base de Fourier, cosinus local et ondelettes pour effectuer de l’approximation de signaux et d’images. Certains TPs étudient le codage binaire entropique à l’aide d’arbres de Huffman et du codage arithmétique, et appliquent ces méthodes au codage de signaux, images et vidéos.

3.3 Débruitage

Les appareils d’acquisition détériorent les valeurs échantillonnées par de petites fluctuations, dues à la nature physique du processus de mesure. La modélisation mathématique de ce bruit nécessite l’utilisation de distributions aléatoires, telles que le bruit additif Gaussien, le bruit impulsif de Poisson, ou des bruits multiplicatifs.

Le modèle le plus simple est celui du bruit blanc Gaussien, où les observations sont supposées satisfaire $y = f_0 + w \in \mathbb{R}^N$ où w is un bruit blanc Gaussien de variance σ^2 (ses entrées sont identiques indépendamment distribuées selon une va-

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

riable Gaussienne). Un débruiteur calcule une estimée f^* du signal ou de l’image inconnu f_0 à partir uniquement des observations y . L’étude théorique de la performance d’un débruiteur borne le risque moyen $E_w(\|f_0 - f^*\|)$, où l’espérance est calculée par rapport à w . Ce risque ne peut être calculé de façon analytique, et les *Numerical Tours* proposent de calculer ce risque de façon numérique à partir de cas tests $f_0 + w$ où l’on suppose connaître f_0 .

Un débruiteur linéaire réalise un lissage $f^* = y \star h$ à l’aide d’une convolution par un filtre passe bas h . Ce filtrage enlève le contenu haute fréquence, et donc du bruit. Malheureusement, un tel lissage détruit aussi une partie des contours des images, de telle sorte qu’il n’est pas très efficace sur des images naturelles. Des débruiteurs plus efficaces sont obtenus par seuillage dans une base d’ondelettes, comme proposés initialement par Donoho et Johnstone [15]. Ils calculent $f^* = H_T(y, \mathcal{B})$ où l’opérateur de seuillage est défini en (1). Un tel seuillage est capable de restaurer de façon précise les contours car les ondelettes sont plus efficaces que la base de Fourier pour capturer les singularités. La valeur théorique du seuil est $T = \sqrt{2 \log(N)}\sigma$, ce qui assure que le risque moyen $E_w(\|f_0 - f^*\|)$ décroît rapidement vers 0 lorsque le niveau du bruit σ décroît. Cette décroissance est d’autant plus rapide (et le débruiteur efficace) que la base \mathcal{B} est capable de bien approcher le signal d’origine f_0 , ce qui signifie que $\|f_0 - f_{0,M}\|$ décroît rapidement lorsque M augmente, où $f_{0,M}$ est l’approximation non-linéaire de f_0 avec M coefficients, voir [15, 22]. Empiriquement, on peut constater que la valeur $T = 3\sigma$ marche bien pour des images naturelles. La figure 4 montre un exemple de débruitage en ondelettes.

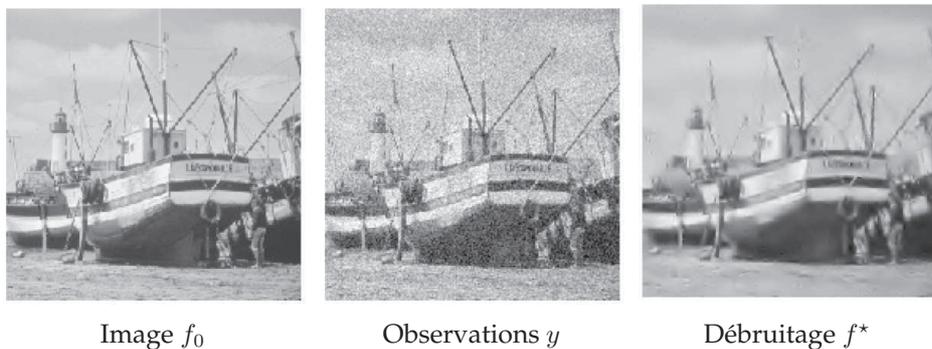


FIG. 4: Exemple de débruitage à l’aide d’un seuillage en ondelettes.

Ce débruitage dans une base orthogonale d’ondelettes est nettement amélioré en ajoutant de l’invariance par translation. Ceci peut être obtenu en débruitant



Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

des versions translattées de l’image ou du signal, puis en moyennant les résultats obtenus. De nombreuses autres améliorations sont également possibles, comme par exemple le seuillage de groupes de coefficients afin de prendre en compte les dépendances statistiques entre les coefficients, voir [5].

Une autre classe de débruiteurs calcule l’image débruitée par la minimisation d’un problème variationnel du type

$$f^* = \operatorname{argmin}_{f \in \mathbb{R}^N} \frac{1}{2} \|y - f\|^2 + \lambda J(f), \quad (3)$$

où $J(f)$ est une fonctionnelle convexe de régularisation. Accroître la valeur de $\lambda > 0$ amplifie la force du débruitage. Un apriori de Sobolev pour les images est défini par

$$J(f) = \sum_x \|\nabla f(x)\|^2, \quad (4)$$

où $\nabla f(x)$ est une approximation par différences finie du gradient de f au pixel x . La minimisation de J à travers (3) est équivalente au calcul d’un filtre passe basse qui rend flou les contours. Un apriori populaire pour les images est la variation totale

$$J(f) = \sum_x \|\nabla f(x)\|, \quad (5)$$

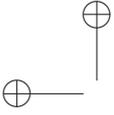
qui permet de mieux respecter les contours [29].

Les TPs des *Numerical Tours* font un tour d’horizon des méthodes de débruitage standards, ce qui inclus les méthodes à base d’ondelettes et les méthodes variationnelles. Certains TPs s’intéressent à des variations autour de ces méthodes de base, comme le seuillage par blocs. D’autres TPs détaillent les algorithmes permettant de calculer la solution du problème d’optimisation (3). Enfin, d’autres TPs abordent des méthodes récentes parmi l’état de l’art, comme par exemple les filtrages non-locaux [4] et l’apprentissage de dictionnaires [18].

3.4 Problèmes inverses

Les systèmes d’acquisition introduisent, en plus du bruit, une perte d’information par rapport à un signal ou une image haute résolution idéale $f_0 \in \mathbb{R}^N$. Une acquisition est ainsi modélisée par $y = \Phi f_0 + w$ où $\Phi : \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^Q$ ne récupère que Q mesures basse résolution. Ceci permet de prendre en compte par exemple le flou de caméra qui enlève les hautes fréquences ou les pixels manquant à cause de capteurs endommagés.

Inverser directement l’opérateur Φ est impossible car $Q \leq N$ et Φ est mal posé. Les méthodes de régularisation ajoutent des contraintes sur la solution f^* cherchée



Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

en imposant qu'elle est la solution d'un problème d'optimisation

$$f^* \in \underset{f \in \mathbb{R}^N}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{2} \|y - \Phi f\|^2 + \lambda J(f). \tag{6}$$

La régularisation avec l'a priori de Sobolev (4) évite l'explosion du bruit par l'inversion de l'opérateur mais lisse les discontinuités. L'a priori de variation totale (5) est efficace pour la déconvolution, lorsque Φ est un filtre passe bas, car il est capable de restaurer des contours nets. Des schémas numérique pour l'optimisation non-lisse permettent de minimiser (6) lorsque J est la variation totale, voir par exemple [9] et la section 4.2.

La régularisation parcimonieuse fait l'hypothèse que le signal ou l'image f_0 à retrouver est parcimonieux (ou creux) dans une base orthogonale $\mathcal{B} = \{\psi_m\}_m$. Ceci signifie que la base \mathcal{B} est efficace pour l'approximation non-linéaire de f . Cette contrainte de parcimonie est mesurée à l'aide de la norme ℓ^1 des coefficients, qui définit un a priori convexe

$$J(f) = \sum_m |\langle f, \psi_m \rangle|.$$

La minimisation (6) se calcule à l'aide d'algorithmes d'optimisation non-lisse comme par exemple l'algorithme de seuillage itératif [13], qui fait parti de la classe des algorithmes proximaux [12]. On peut également considérer un dictionnaire redondant \mathcal{B} , et chercher directement les coefficients a_m du signal ou de l'image $f^* = \sum_m a_m^* \psi_m$ en résolvant

$$a^* \in \underset{a}{\operatorname{argmin}} \frac{1}{2} \|y - \Phi \sum_m a_m \psi_m\|^2 + \lambda \sum_m |a_m|. \tag{7}$$

Cette minimisation est équivalente à la méthode de basis pursuit [11] pour calculer une approximation parcimonieuse de y dans le dictionnaire $\{\Phi \psi_m\}_m$.

La figure 5 montre un exemple d'inpainting (aussi appelé désocclusion [24]), qui correspond à l'inversion d'un opérateur de masquage

$$(\Phi f)(x) = \begin{cases} f(x) & \text{si } x \notin \Omega, \\ 0 & \text{sinon,} \end{cases}$$

où le masque Ω couvre 70% des pixels. L'image est reconstruite en résolvant (7) dans un dictionnaire d'ondelettes invariants par translation.

L'échantillonnage compressé est un nouvelle méthode d'échantillonnage proposée conjointement par [14, 7]. L'échantillonnage $y = \Phi f_0 + w$ d'un signal haute résolution f_0 est obtenu en projetant ce signal sur un petit nombre Q de vecteurs φ_i aléatoires, de telle sorte que $\Phi f_0 = \langle f_0, \varphi_i \rangle$ (les φ_i sont les lignes de la matrice Φ). Si le signal f_0 est suffisamment parcimonieux, la théorie de l'échantillonnage compressé

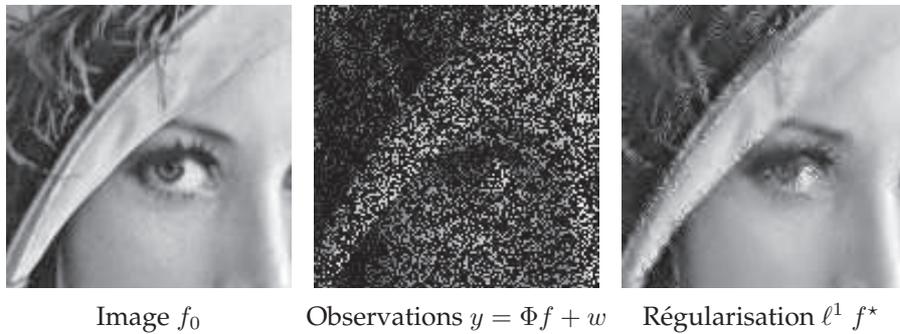


FIG. 5: Exemple d’*inpainting* à l’aide de la régularisation ℓ^1 en ondelettes.

montre que l’on peut retrouver un signal f^* en résolvant (6) qui est proche du signal haute résolution f_0 , voir [14, 7].

Les TP des *Numerical Tours* étudient de nombreux problèmes inverses, tels que la déconvolution [16], l’*inpainting* [24, 2, 19], la tomographie [22] et l’échantillonnage compressé [14, 7]. A chaque fois, plusieurs schémas de régularisation sont proposés, tels que Sobolev, TV, ℓ^1 dans une base orthogonale et dans un dictionnaire redondant. Ces différents scénarios permettent d’étudier différents algorithmes d’optimisation pour résoudre (6).

3.5 Traitement des surfaces

La plus part des méthodes de traitement des signaux et des images s’étendent aux surfaces. Le schéma de discrétisation le plus simple est celui d’une triangulation de la surface. Ceci correspond à un échantillonnage non uniforme $\mathcal{V} = \{x_n\}_{n=0}^{N-1} \subset \mathbb{R}^d$, où $d = 2$ pour les maillages plans et $d = 3$ pour les maillages surfaciques. La connectivité du maillage est définie par un ensemble de faces $\mathcal{F} \subset \{0, \dots, N-1\}^3$, de telle sorte que le maillage est entièrement décrit par une matrice de taille $3 \times N$ pour représenter \mathcal{V} et une matrice de taille $3 \times |\mathcal{F}|$ pour représenter \mathcal{F} . Un couple d’indices $(i, j) \in \mathcal{E}$ est une arête si il appartient à une face. Une triangulation est topologiquement valide si chaque arête est incident à soit deux faces soit une face (pour les arêtes du bord de la surface).

Un signal $f \in \mathbb{R}^N$ défini sur le maillage assigne à chaque sommet indexé par i une valeur $f_i \in \mathbb{R}$. On peut alors appliquer des traitements à ce vecteur pour le débruiter ou le compresser. Dans certaines situations, on peut vouloir modifier la surface elle même, dans quel cas les sommets $\{x_i = (x_i^1, \dots, x_i^d)\}_i$ définissent d signaux différents $(x^1 \in \mathbb{R}^N, \dots, x^d \in \mathbb{R}^N)$, qui sont les coordonnées des points. Les opérateurs de traitement les plus simples sont linéaires, et peuvent se représenter à l’aide d’une matrice $W \in \mathbb{R}^{N \times N}$. On utilise le plus souvent des matrices

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

creuses, de telle sorte que $W_{i,j} \neq 0$ seulement si $(i, j) \in \mathcal{E}$. Si $W_{i,j} \geq 0$ et $\sum_j W_{i,j} = 1$, alors Wf est un filtrage passe bas qui enlève du bruit dans le signal. Itérer l’opérateur W afin de calculer $W^k f$ pour $k > 0$ effectue un débruitage progressif du signal ou de la surface, voir la figure 6. Un tel opérateur peut aussi être utilisé pour définir un apriori de Sobolev sur un maillage comme

$$J(f) = \sum_{i,j} W_{i,j} |f_i - f_j|^2.$$

Cet énergie peut être utilisé pour réaliser du débruitage en minimisant (6), ou pour interpoler une déformation définie seulement en certains sommets en résolvant un problème similaire à (3).

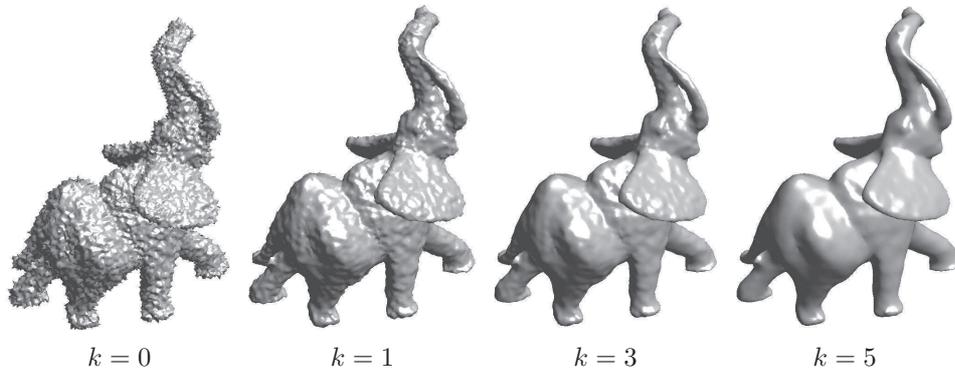


FIG. 6: Exemple de débruitage des positions $(x_i^1, x_i^2, x_i^3) \in \mathbb{R}^3$ d’un maillage 3D par filtrage $(W^k x^1, W^k x^2, W^k x^3)$ pour différentes valeurs de k .

Une paramétrisation 2D d’un maillage 3D assigne à chaque sommet x_i une position $(f_i^0, f_i^1) \in \mathbb{R}^2$. Les méthodes classiques calculent une paramétrisation lisse en minimisant $J(f^0) + J(f^1)$ tout en fixant les positions des sommets sur le bord de la surface le long d’une courbe convexe, voir [3].

La base de Fourier est étendue à un maillage en considérant les vecteurs singuliers d’un opérateur de filtrage W . Ces vecteurs singuliers sont ordonnées par leurs fréquences, et sont utilisés pour effectuer de la compression de maillages comme décrit en (2), voir [20]. Les bases d’ondelettes peuvent aussi être étendues aux maillages avec des applications à la compression et au débruitage [30].

Les *Numerical Tours* détaillent les extensions de plusieurs problèmes de traitement d’image à des maillages, comme le débruitage, l’interpolation et la compression. Ils étudient aussi la déformation de maillages, l’aplatissement et la paramétrisation.

3.6 Traitement des courbes

Un problème central en vision par ordinateur est la segmentation d’images, qui consiste à chercher une courbe $t \in [0, 1] \mapsto \gamma(t) \in [0, 1]^2$ suivant les bords des objets dans une image f . La segmentation est définie en minimisant une énergie non-convexe, comportant un terme de régularisation (par exemple la longueur euclidienne de la courbe) et un terme d’attache au données calculé à partir de f . Une classe populaire d’attache au données, introduite initialement par [21], consiste à chercher une courbe de longueur pondérée minimum, voir [8]

$$L(\gamma) = \int_0^1 P(\gamma(t)) \|\gamma'(t)\| dt \quad \text{o} \quad P(x) = \frac{1}{\varepsilon^2 + \|\nabla f(x)\|^2} \quad (8)$$

Le potentiel $P(x)$ est un détecteur de contour qui attire γ vers les zones de fort gradient de f . Minimiser $L(\gamma)$ correspond au calcul d’une courbe de longueur géodésique localement minimale [8]. Une autre classe de méthodes utilise une attache au données exploitant les valeurs de f à l’intérieur de la région entourée par γ (et non pas le long de γ comme (8)), ce qui correspond à chercher une approximation régulière par morceaux de la fonction f , voir [25] et [10].

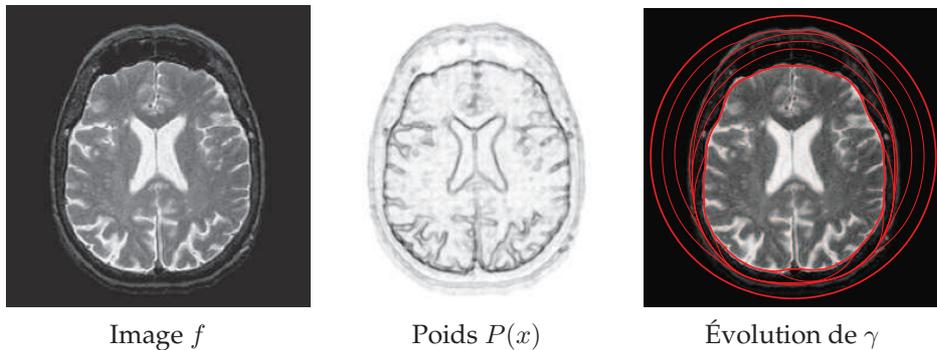


FIG. 7: Exemple d’évolution d’un contour actif géodésique pour la segmentation d’une image médicale. La courbe initiale est un cercle entourant l’objet d’intérêt.

La segmentation est obtenue en minimisant (8), par exemple en imposant des conditions au bord de sorte que la courbe soit fermée, c’est-à-dire $\gamma(0) = \gamma(1)$. On peut calculer une descente de gradient de L par rapport à γ , ce qui correspond à discrétiser en temps une EDP d’évolution convergeant vers un minimum local de L . On peut réaliser cette descente de gradient en supposant que γ est donnée de façon explicite via une courbe paramétrée qui est discrétisée. On peut également supposer que cette courbe est donnée comme l’ensemble de niveau 0



Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

d’une fonction φ , c’est-à-dire que

$$\{\gamma(t) \mid t \in [0, 1]\} = \{x \in \mathbb{R}^2 \mid \varphi(x) = 0\},$$

cette fonction φ étant discrétisée sur une grille carrée régulière, comme une image. Les méthodes d’ensembles de niveaux, bien que plus lourde numériquement, ont l’avantage de permettre de gérer des changements topologiques pendant l’évolution, comme par exemple la séparation en deux d’une courbe [27]. La figure 7 montre un exemple d’évolution d’une courbe fermée.

Afin de détecter des structures filamenteuses dans les images (comme par exemple des vaisseaux sanguins dans une image médicale), on peut utiliser une courbe ouverte et imposer des conditions aux bords $\gamma(0) = x_0, \gamma(1) = x_1$. Il est alors possible de calculer un minimum global de L , qui correspond à la courbe géodésique de longueur minimale joignant x_0 à x_1 . On calcule tout d’abord la distance géodésique entre x_0 et tous les points de l’image par l’algorithme de Fast Marching [31] dont la complexité est $O(N \log(N))$ pour une image de N pixels. La courbe minimale γ est ensuite extraite par une descente de gradient de cette carte de distance, initialisé à la position x_1 .

Les TPs des *Numerical Tours* explorent le problème de la segmentation d’image à la fois à l’aide de représentations explicites et implicites des courbes, pour différentes énergies. Ils contiennent aussi une étude détaillée des calculs de courbes géodésiques sur des images 2D, 3D et des surfaces triangulées. Le calcul de distances géodésiques est aussi utilisé afin de résoudre le problème de l’échantillonnage de surfaces et pour la reconnaissance de formes [28].

4 Exemples de *Numerical Tours*

Cette section détaille deux TPs des *Numerical Tours*. Elle ne décrit pas les détails d’implémentation, mais donne un bref aperçu des idées sous-jacentes à deux méthodes importantes en traitement du signal et des images. Il est conseillé d’aller voir en ligne les TPs complets afin d’obtenir des explications détaillées.

4.1 Exemple #1 – Calcul d’une transformée en ondelettes

La transformée en ondelettes d’un signal 1D $f \in \mathbb{R}^N$ correspond au calcul des produits scalaires $d_j[n] = \langle f, \psi_{j,n} \rangle$ avec des atomes d’ondelettes discrets $\psi_{j,n} \in \mathbb{R}^N$ indexés par leur échelle $2^j \leq 1$ et leur position n . Le seul paramètre d’une transformée en ondelettes est un filtre passe bas h . Le filtre passe haut associé g est défini par $g[i] = (-1)^{i+1}h[1-i]$. Des listes de filtres h valides peuvent être trouvés par exemple dans [22].

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

La transformée en ondelettes rapide calcule tous les coefficients en ondelettes $\{d_j\}_{j=J+1}^0$ et un résidu basse fréquence $a_0 \in \mathbb{R}$. L'échelle la plus fine est $J = -\log_2(N)$. La transformée utilise des vecteurs basse fréquence intermédiaires $a_j \in \mathbb{R}^{2^{-j}}$. Le vecteur initial est $a_J = f \in \mathbb{R}^N$. Les coefficients en ondelettes d_{j+1} ainsi que le résidu a_{j+1} suivant sont calculés à l'aide de convolutions sous-échantillonnées, pour $j = J, \dots, -1$

$$a_{j+1} = (a_j \star h) \downarrow 2 \quad \text{et} \quad d_{j+1} = (d_j \star g) \downarrow 2 \quad (9)$$

où $\downarrow 2$ est l'opérateur de sous-échantillonnage défini par $(a \downarrow 2)[k] = a[2k]$. La figure 8 montre le code Matlab/Scilab pour réaliser le calcul de ces convolutions sous-échantillonnées. Cette figure montre également les coefficients en ondelette d_j obtenus. On pourra noter que le code réalise les calculs sur place, ce qui signifie qu'un seul et unique vecteur (noté fw) permet de stocker à la fois les coefficients déjà calculés ainsi que le vecteur a_j courant.

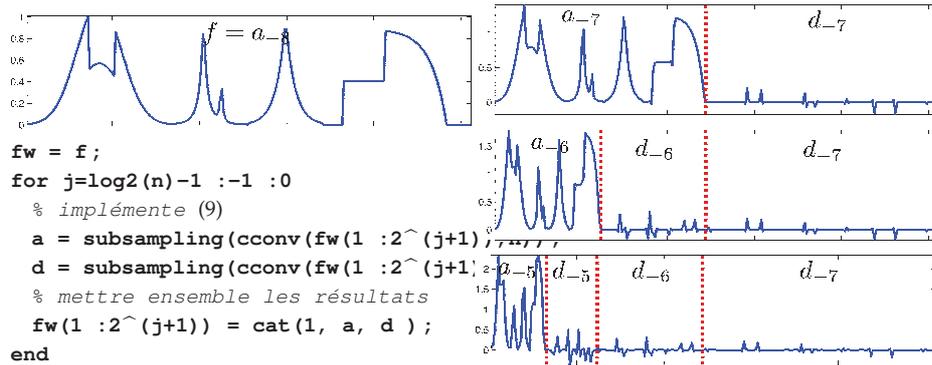


FIG. 8: Gauche : algorithme de décomposition en ondelettes 1D. Droite : évolution de la variable fw pendant les itérations.

Afin de réaliser une approximation non-linéaire, les coefficients en ondelettes sont modifiés à l'aide d'un seuillage, comme indiqué en (1). Cette modification donne

$$\forall j, \forall n, \quad d_j[n] \leftarrow \begin{cases} d_j[n] & \text{if } |d_j[n]| > T, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (10)$$

A partir de ces coefficients modifiés, on effectue une transformée en ondelettes inverse en inversant les étapes (11) pour $j = -1, \dots, J$

$$a_j = (a_{j+1} \star \tilde{h}) \uparrow 2 + (d_{j+1} \star \tilde{g}) \uparrow 2 \quad (11)$$

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

où $\tilde{h}[i] = h[-i]$ et $b \uparrow 2a$ est l’opérateur de sur-échantillonnage défini par $b[2i] = a[i]$ et $b[2i + 1] = 0$. Le signal approché est au final obtenu comme $f_M = a_J \in \mathbb{R}^N$, où M est le nombre de coefficients non nuls. La figure 9 montre des exemples d’approximations non-linéaires en ondelettes pour différentes valeurs de M .

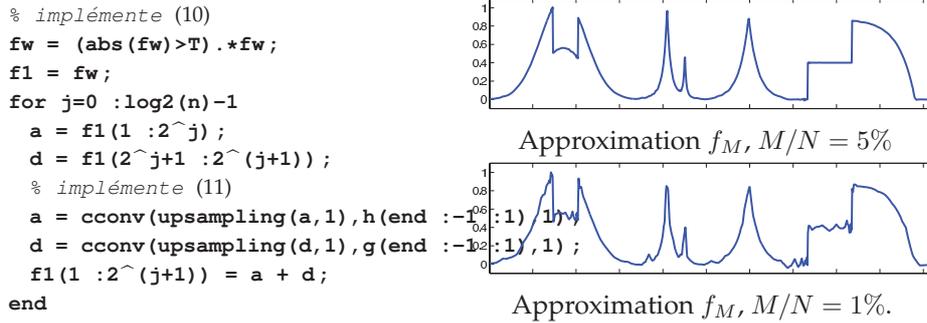


FIG. 9: Gauche : algorithme d’approximation en ondelettes à l’aide d’un seuillage dur et d’une transformée en ondelettes inverse. Droite : approximations f_M calculées pour deux valeurs différentes du seuil T .

4.2 Exemple #2 – Déconvolution par minimisation de la variation totale

Le problème de déconvolution correspond à un problème inverse $y = \Phi f_0 + w$ où $\Phi f = f \star h$ est un opérateur de convolution par un filtre passe bas h supposé connu. Afin de restaurer avec précision les contours, il est possible de résoudre (6) en utilisant l’apriori de variation totale $J(f) = \sum_x \|\nabla f(x)\|$ déjà introduit en (5). Malheureusement, la fonctionnelle $f \mapsto J(f)$ n’est pas différentiable, ce qui rend l’optimisation difficile. Pour simplifier la procédure d’optimisation, il est possible de considérer une version lissée de la variation totale

$$J_\varepsilon(f) = \sum_x \sqrt{\varepsilon^2 + \|\nabla f(x)\|^2}.$$

Lorsque ε tend vers zero, $J_\varepsilon(f)$ approche J mais le problème d’optimisation devient plus difficile à résoudre.

Puisque $f \mapsto J_\varepsilon(f)$ est une fonctionnelle lisse, il est possible d’utiliser une descente de gradient pour minimiser (6). En démarrant par $f^{(0)} = y$, on itère

$$f^{(k+1)} = f^{(k)} - \tau \left(\Phi^*(\Phi f^{(k)} - y) + \lambda \text{Grad}(J_\varepsilon)(f^{(k)}) \right). \tag{12}$$

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

Le gradient de la fonctionnelle J_ϵ est

$$\text{Grad}(J_\epsilon)(f) = -\text{div} \left(\frac{\nabla f}{\sqrt{\epsilon^2 + \|\nabla f(x)\|^2}} \right), \quad (13)$$

où $\text{div} = -\nabla^*$ est une approximation par différences finies de la divergence de champs de vecteurs. Les itérés $f^{(k)}$ convergent vers un minimiseur f^* de (6) si le pas de descente est assez petit par rapport à ϵ ,

$$\tau < \frac{2}{\|\Phi^* \Phi\| + \lambda \|\text{div} \circ \nabla\|/\epsilon}.$$

Ici $\|\Phi^* \Phi\| = \max_\omega |\hat{h}(\omega)|^2$ est le carré de la plus grande valeur singulière de Φ et $\|\text{div} \circ \nabla\| = 8$ pour une approximation standard par différence finies du gradient. La figure 10 montre les résultats obtenus pour deux valeurs différentes de λ .

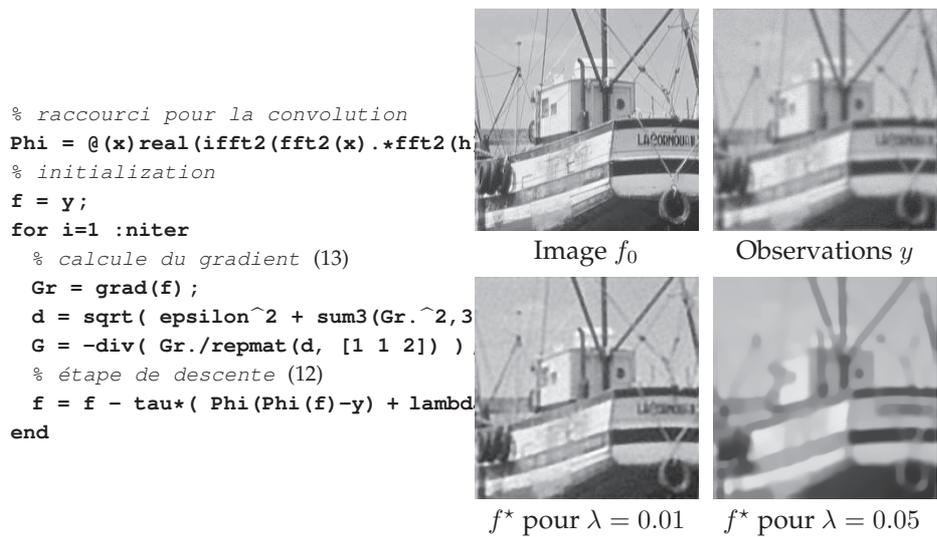


FIG. 10: Déconvolution par minimisation de la variation totale.

Conclusion

Nous avons présenté les *Numerical Tour of Signal Processing*, une large collection de TPs en Matlab et Scilab qui guidera l'utilisateur dans la jungle des avancées récentes en traitement du signal, de l'image et des surfaces. Nous encourageons le lecteur à visiter la page web (www.numerical-tours.com) des *Numerical Tours* pour se faire une idée par lui-même de l'utilité de ces ressources.

Références

- [1] M. Barni and F. Perez-Gonzalez. Pushing science into signal processing. *Computing in Science and Engineering*, 22(4) :120–119, 2005.
- [2] M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles, and C. Ballester. Image inpainting. In *Proc. Siggraph 2000*, pages 417–424, 2000.
- [3] M. Botsch, L. Kobbelt, M. Pauly, P. Alliez, and B. Levy. *Polygon Mesh Processing*. AK Peters, 2010.
- [4] A. Buades, B. Coll, and J. M. Morel. A review of image denoising algorithms, with a new one. *SIAM Multiscale Modeling and Simulation*, 4(2) :490–530, 2005.
- [5] T. Cai. Adaptive wavelet estimation : a block thresholding and oracle inequality approach. *Ann. Statist.*, 27(3) :898–924, 1999.
- [6] E. Candès and D. Donoho. New tight frames of curvelets and optimal representations of objects with piecewise C^2 singularities. *Commun. on Pure and Appl. Math.*, 57(2) :219–266, 2004.
- [7] E. Candès, J. Romberg, and T. Tao. Signal recovery from incomplete and inaccurate measurements. *Commun. on Pure and Appl. Math.*, 59(8) :1207–1223, 2005.
- [8] V. Caselles, R. Kimmel, and G. Sapiro. Geodesic active contours. *International Journal of Computer Vision*, 22(1) :61–79, February 1997.
- [9] A. Chambolle. An algorithm for total variation minimization and applications. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 20 :89–97, 2004.
- [10] T. F. Chan and L. A. Vese. Active contours without edges. *IEEE Trans. Image Processing*, 10(2) :266–277, February 2001.
- [11] S. S. Chen, D.L. Donoho, and M.A. Saunders. Atomic decomposition by basis pursuit. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 20(1) :33–61, 1998.
- [12] P. L. Combettes and V. R. Wajs. Gsignal recovery by proximal forward-backward splitting. *SIAM Multiscale Modeling and Simulation*, 4(4), 2005.
- [13] I. Daubechies, M. Defrise, and C. De Mol. An iterative thresholding algorithm for linear inverse problems with a sparsity constraint. *Commun. on Pure and Appl. Math.*, 57 :1413–1541, 2004.
- [14] D. Donoho. Compressed sensing. *IEEE Trans. Info. Theory*, 52(4) :1289–1306, 2006.
- [15] D. Donoho and I. Johnstone. Ideal spatial adaptation via wavelet shrinkage. *Biometrika*, 81 :425–455, Dec 1994.

Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

- [16] D. L. Donoho. Superresolution via sparsity constraints. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 23(5) :1309–1331, September 1992.
- [17] D. L. Donoho, A. Maleki, I. Ur Rahman, M. Shahram, and V. Stodden. Reproducible research in computational harmonic analysis. *Computing in Science and Engineering*, 11(1) :8–18, 2009.
- [18] M. Elad and M. Aharon. Image denoising via sparse and redundant representations over learned dictionaries. *IEEE Trans. Image Proc.*, 15(12) :3736–3745, 2006.
- [19] M. Elad, J.-L. Starck, D. Donoho, and P. Querre. Simultaneous cartoon and texture image inpainting using morphological component analysis (MCA). *Journal on Applied and Computational Harmonic Analysis*, 19 :340–358, 2005.
- [20] Z. Karni and C. Gotsman. Spectral compression of mesh geometry. In *SIGGRAPH '00 : Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 279–286, New York, NY, USA, 2000. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- [21] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos. Snakes : Active contour models. *International Journal of Computer Vision*, 1(4) :321–331, 1987.
- [22] S. Mallat. *A Wavelet Tour of Signal Processing*. Academic Press, San Diego, 1998.
- [23] S. Mallat and G. Peyré. Orthogonal bandlet bases for geometric images approximation. *Commun. on Pure and Appl. Math.*, 61(9) :1173–1212, 2008.
- [24] S. Masnou. Disocclusion : a variational approach using level lines. *IEEE Trans. Image Processing*, 11(2) :68–76, February 2002.
- [25] D. Mumford and J. Shah. Optimal approximations by piecewise smooth functions and variational problems. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, XLII(5) :577–685, 1988.
- [26] G. C. Orsak and D. M. Etter. Collaborative SP education using the Internet and MATLAB. *IEEE Signal Processing Magazine*, 12(6) :23–32, November 1995.
- [27] S. Osher and J. Sethian. Fronts propagating with curvature-dependent speed : Algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations. *Journal of Computational Physics*, 79 :12–49, 1988.
- [28] G. Peyré, M. Pechaud, R. Keriven, and L.D. Cohen. Geodesic methods in computer vision and graphics. *Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision*, 5(3-4) :197–397, 2010.
- [29] L. I. Rudin, S. Osher, and E. Fatemi. Nonlinear total variation based noise removal algorithms. *Phys. D*, 60(1-4) :259–268, 1992.

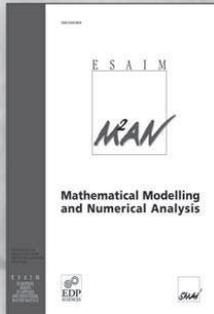


Un exploration numérique du traitement du signal, des images et des surfaces

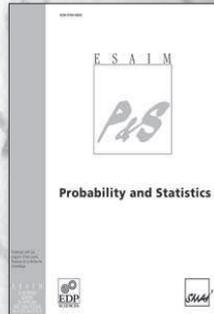
- [30] P. Schröder and W. Sweldens. Spherical Wavelets : Efficiently Representing Functions on the Sphere. In *Proc. of SIGGRAPH 95*, pages 161–172, 1995.
- [31] J. Sethian. *Level Sets Methods and Fast Marching Methods*. Cambridge University Press, 2nd edition, 1999.
- [32] P. Vandewalle, J. Kovacevic, and M. Vetterli. Reproducible research in signal processing. *IEEE Signal Processing Magazine*, 26(3) :37–47, May 2009.



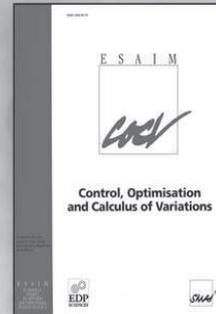
Mathematics



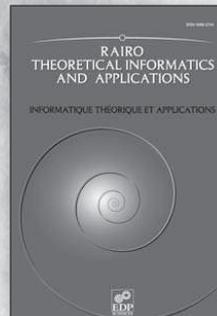
www.esaim-m2an.org



www.esaim-ps.org



www.esaim-cocv.org



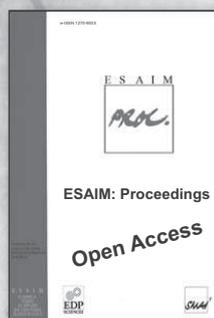
www.rairo-ita.org



www.rairo-ro.org



www.quadrature-journal.org



www.esaim-proc.org



www.mmnp-journal.org

www.edpsciences.org

Mathématiques & Applications

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

- Vol 57 J. F. Delmas, B. Jourdain, *Modèles aléatoires. Applications aux sciences de l'ingénieur et du vivant*, 2006, 433 p., 84 €- tarif SMAI : 67,20 €
- Vol 58 G. Allaire, *Conception optimale de structures*, 2006 - 2007, 280 p., 58 €- tarif SMAI : 46,40 €
- Vol 59 M. Elkadi, B. Mourrain, *Introduction la résolution des systèmes polynomiaux*, 2007, 307 p., 59 €- tarif SMAI : 47,20 €
- Vol 60 N. Caspard, B. Monjardet, B. Leclerc, *Ensembles ordonnés finis : concepts, résultats et usages*, 2007, 340 p., 58 €- tarif SMAI : 46,60 €
- Vol 61 H. Pham, *Optimisation et contrôle stochastique appliqués à la finance*, 2007, 188 p., 35 €- tarif SMAI : 28 €
- Vol 62 H. Ammari, *An Introduction to Mathematics of Emerging Biomedical Imaging*, 2008, 205 p., 46 €- tarif SMAI : 36,80 €
- Vol 63 C. Gaetan, X. Guyon, *Modélisation et statistique spatiales* 2008, 330 p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 64 J.-M. Rakotoson, *Réarrangement Relatif* 2008, 320 p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 65 M. Choulli, *Elementary Feedback Stabilization of the Linear Reaction-convection-diffusion Equation and the Wave Equation*, 2010, 300 p., 95 €- tarif SMAI : 76 €
- Vol 66 W. Liu, *Une introduction aux problèmes inverses elliptiques et paraboliques*, 2009, 270p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 67 W. Tinson *Plans d'expérience : constructions et analyses statistiques*, 2010, 530p., 100 €- tarif SMAI : 80 €

Le tarif SMAI (20% de réduction) et la souscription (30% sur le prix public) sont réservés aux membres de la SMAI.

Pour obtenir l'un de ces volumes, adressez votre commande à :

Springer-Verlag, Customer Service Books -Haberstr. 7

D 69126 Heidelberg/Allemagne

Tél. 0 800 777 46 437 (No vert) - Fax 00 49 6221 345 229 - e-mail : orders@springer.de

Paiement à la commande par chèque à l'ordre de Springer-Verlag ou par carte de crédit (préciser le type de carte, le numéro et la date d'expiration).

Prix TTC en France (5,5% TVA incl.). Au prix des livres doit être ajoutée une participation forfaitaire aux frais de port : 5 €(+ 1,50 €par ouvrage supplémentaire).

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 !

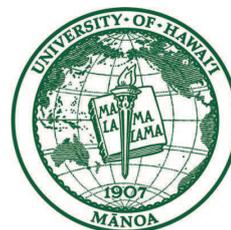
Thierry Dumont.

Quelle Planète Choisir ?

“J’ai alors dessiné l’intérieur du serpent boa, afin que les grandes personnes puissent comprendre. Elles ont toujours besoin d’explications”.
Le Petit Prince, St. Exupéry

par Monique Chyba, John Marriot et Linda Venenciano

Corresp. author : M. Chyba
Professor of Mathematics
University of Hawai’i at Manoa
Dpt of Mathematics
Keller Hall, 2565 McCarthy Av.
Honolulu, HI 96822-2273 - USA
Email : mchyba@math.hawaii.edu



Isolée sur le sable blanc, mes pensées sont perdues dans l’immensité du problème qui m’accable. Malgré les alarmes sonnant de part le monde, le désir des administrations et des gouvernements, je suis arrivée à la conclusion que de manière générale la culture mathématique “fout le camp”. Comment remédier à ce désastre ? Comment garantir que non seulement une infime partie de la population soit exposée à une culture mathématique minimale mais également que cela devienne accessible à la majorité ?

Imaginez-vous dans une soirée entre amis expliquant que vous ne savez pas vraiment lire car vous n’y avez jamais rien compris et que cela ne vous intéresse pas vraiment. A votre avis, comment les gens réagiraient-ils ? Pourtant il est plus que courant d’entendre dans les conversations de gens parfaitement cultivés d’autre part, qu’ils n’ont jamais rien compris aux mathématiques et que cela leur passe au-dessus de la tête. De telles déclarations ne choquent personne. Est-ce la faute à notre système éducatif ? Que se passerait-il si nous implémentions un système différent ? Aurions-nous plus de succès ? Et quel système choisir ? C’est à ce moment là que j’ai ressenti un vide et un besoin d’aide urgent, il me fallait une autre présence pour me guider dans ce labyrinthe.

“Et le petit prince eut un très joli éclat de rire qui m’irrita beaucoup. Je désire que l’on prenne mes malheurs au sérieux. Puis il ajouta : - Alors, toi aussi tu viens du ciel ! De quelle planète es-tu ? J’entrevois aussitôt une lueur, dans le mystère de sa présence, et j’interrogeai brusquement : - Tu viens donc d’une autre planète ? ”

Quelle aubaine, une autre planète, un autre système éducatif ! Sans attendre, nous entrâmes dans une vive discussion.

Quelle Planète Choisir ?

Sur ma planète, que j’appellerai α_1 , il n’existe pas de curriculum national. Ma planète est composée de plusieurs “sous-planètes” qui chacune développe ses propres standards et méthodes d’évaluations. Il en résulte une grande confusion et il est virtuellement impossible de comparer l’expérience d’un étudiant le long de son curriculum mathématique avec ses comparses. Un standard commun pour toute la planète concernant les disciplines cores de l’éducation d’un étudiant type est à cet instant précis en développement. Les standards pour la pratique des mathématiques font mention de sujets tels que Nombre et Quantité, Algèbre, Fonctions, Modélisation, Géométrie, et Statistiques et Probabilités. Ceci ne dicte cependant pas le curriculum, la pédagogie, ou la manière de délivrer l’instruction qui reste sous la responsabilité des sous-planètes. Une étude a démontré qu’en l’état actuel, seulement 23% des étudiants sur ma planète atteignent un degré de préparation adéquat en fin d’études secondaires. Encore plus effarant, une autre étude a démontré qu’environ 50% des étudiants enrôlés à l’université dans un cours d’algèbre ne complèteront pas le cours avec succès, matériel qu’un étudiant bien préparé devrait maîtriser à la fin du cycle secondaire. Probablement unique à α_1 (mais comment savoir, vu que je n’ai jamais visité d’autres planètes ?) il n’y a pas d’examen uniforme pour le diplôme d’études secondaires. Oui je sais, cela paraît incroyable mais pourtant un examen final national (ou même propre à chaque sous-planète) est inexistant. Typiquement, les conditions pour l’obtention du diplôme sont (et à peu près semblables pour la plupart des sous-planètes) : l’équivalent de quatre ans de la langue nationale, trois années de mathématiques, trois années de sciences naturelles, et trois années d’études sociales dans lesquelles est inclus un examen obligatoire sur la structure du gouvernement de notre planète et de la constitution. Tandis que quelques sous-planètes peuvent avoir des conditions supplémentaires, typiquement la réussite à ces cours est tout ce qui est exigé pour l’obtention du diplôme. Il est très important de noter ici que les établissements ont différents niveaux de cours disponibles pour les étudiants, et une des conséquences négatives est que ces trois années de mathématiques ne contiennent pas nécessairement un niveau minimum de compétence dans la discipline. En d’autres mots, il est suffisant pour l’étudiant de passer trois années de mathématiques à un certain niveau, et ce niveau peut être très élémentaire. Durant l’année terminale de son éducation, l’étudiant devra passer un examen final comme à chaque fin de semestre, mais il n’y a pas d’examen commun à tous les étudiants afin d’évaluer leurs connaissances mathématiques durant la totalité de leur éducation. Pour vous dire la vérité, cette seule pensée m’effraie. En fait, dans certains cas, ces examens sont même abandonnés pour les étudiants en fin de parcours lorsqu’ils ont démontré une présence parfaite au cours (juste la présence!).

Plus précisément, les trois années de mathématiques obligatoires sont partagées en deux ans d’algèbre, et une année de géométrie. Le tout est normalement suivi d’une année de pre-calculus non obligatoire. Comme mentionné précédemment

Quelle Planète Choisir ?

il n’y a pas de conditions autres que de réussir les classes de mathématique pour l’obtention du diplôme. Ceci dit, les étudiants avancés prenant une classe de calculus pendant leur quatrième année de mathématiques peuvent opter pour l’examen de placement avancé (AP) afin de présenter un dossier plus solide pour l’entrée à l’université, et potentiellement même se qualifier pour une équivalence de cours universitaires. En effet sur notre planète, l’entrée à l’université n’est pas automatiquement acquise par l’obtention du diplôme d’études secondaires. Cet examen AP, administré par une compagnie privée, est reconnu par la grande majorité des universités de notre planète et teste les étudiants non seulement sur leur capacités mathématiques mais sur bien d’autres sujets. Les questions ci-dessous sont extraites de l’examen AP. Cet examen se compose de deux parties, décrites comme : “Partie I : un questionnaire à choix multiples afin de tester les compétences dans une grande variété de sujets” et “Partie II : une partie de libre-réponses exigeant de l’étudiant de démontrer la capacité à résoudre des problèmes impliquant une chaîne plus prolongée de raisonnements”.

Exemples de questions de la première partie :

- Une courbe est décrite par les équations paramétriques $x = t^2 + 2t$ and $y = t^3 + t^2$. Une équation de la tangente à la courbe au point déterminé par $t = 1$ est (réponse à sélectionner par choix multiples)
- Si la fonction $f(x) = x^3$ possède une valeur moyenne de 9 sur l’intervalle fermé $[0, k]$, alors $k =$ (réponse à sélectionner par choix multiples).

Exemples de questions de la deuxième partie :

- La dérivée d’une fonction f est donnée par $f'(x) = (x - 3)e^x$ pour $x > 0$, et $f(1) = 7$.
 1. La fonction possède un point critique f en $x = 3$. En ce point, est-ce que f possède un minimum relatif, un maximum relatif, ou aucun ? Justifie la réponse.
 2. Sur quels intervalles, s’il en existe, est le graphe de f à la fois décroissant et concave vers le haut ? Explique ton raisonnement.
 3. Trouve la valeur de $f(3)$.

Ces questions concernent les étudiants les plus avancés. Toutefois, à l’autre extrême, une partie des étudiants ne sont pas préparés à une année d’algèbre standard à leur entrée au lycée, et de ce fait la plupart des lycées proposent un cours qui inclut des sujets de pré-algèbre, et enseigne l’algèbre à vitesse réduite. De cette sorte, les étudiants sont dirigés vers une séquence de classes à vitesse réduite dans laquelle ils restent en général, à moins de démontrer un progrès qui leur permettrait de rejoindre des classes de niveau “normal”. Typiquement, les connaissances de ces étudiants à la fin de leur études sont équivalentes à la première année d’algèbre et de géométrie en cycle secondaire normal, plus un peu de matériel de la deuxième année d’algèbre. Toutefois, le curriculum varie d’un lycée à l’autre, et il n’y a pas de moyen d’évaluer de manière précise le standard le plus

bas pour l'obtention du diplôme.

Sur la planète du petit Prince, que nous appellerons α_2 , la situation est radicalement différente. Sur α_2 les étudiants ont des options de curriculum au niveau de leurs études secondaires. Les étudiants ont la possibilité de poursuivre leurs études dans l'optique de continuer à l'université, ou alors ils ont la possibilité de commencer à la fin de la scolarité obligatoire (i.e. vers 15 ans) une formation professionnelle qui peut également mener à des études supérieures pour les très bons étudiants mais qui peut aussi mener directement à la pratique d'un métier. Les écoles professionnelles fractionnent en général la semaine entre apprentissage du métier dans les entreprises et formation générale obtenue en salle de cours. Afin d'avoir une ligne de comparaison, je demandais au petit prince de me produire des exemples de questions posées aux étudiants à l'examen de mathématiques dans leur dernière année de lycée, ceci pour les étudiants voulant poursuivre leur études à l'université. Tous les étudiants doivent passer un examen standard pour l'obtention du diplôme, il y a cependant deux niveaux possibles. L'examen final de mathématiques se compose d'une partie orale et d'une partie écrite. La question orale se divise typiquement en deux : une partie calculatoire, et une question exigeant une forme de preuve.

Voici des questions types posées dans l'examen écrit aux étudiants du niveau le plus fort :

- Soit le polynôme $P(z) = z^4 - 8z^3 + 24z^2 + 8z - 25$ où $z \in \mathbb{C}$.

1. Montrer que -1 et 1 sont des racines du polynôme P .
2. (Déterminer toutes les racines complexes du polynôme P . Représenter toutes les racines complexes de P dans le plan. Soit S l'ensemble de ces points du plan.
3. On considère l'expérience aléatoire \mathcal{E} qui consiste à choisir au hasard une des racines du polynôme. La probabilité de choisir une racine est proportionnelle au module de la racine. Déterminer la loi de probabilité de l'expérience aléatoire \mathcal{E} .
4. Choisir au hasard deux points différents de l'ensemble S l'un après l'autre sans remise. Déterminer la probabilité que la droite qui passe par ces deux points soit :
 - (a) parallèle à Oy ,
 - (b) de même direction que Ox .

Un exemple de questions orales :

1. Prouve le théorème de Lagrange pour les dérivées.
2. Détermine un nombre réel k de sorte que les solutions de l'équation $z^3 - 9z^2 + kz - 39 = 0$ soient sur une ligne droite dans le plan complexe. Calcule k et détermine les solutions de l'équation.

Quelle Planète Choisir ?

Clairement, le niveau est plus élevé que l'AP exam sur ma planète α_1 . En particulier, tous les étudiants dans le niveau le plus avancé sur la planète du petit prince doivent être capables de prouver des théorèmes (dont la plupart ne sont présentés aux étudiants qu'après deux semestres de calculus à l'université). Je suis maintenant en attente des questions posées au niveau II (i.e. le plus bas) aux étudiants de la planète du petit prince :

Un exemple de questions écrites :

– Soit f une fonction définie par $f : x \mapsto \ln(x) \cdot (2 - \ln(x))$

1. Détermine les coordonnées du point P situé au-dessus de l'axe des x tel que l'aire du triangle ainsi formé est maximale.
2. Calcule l'aire maximale de ce triangle.

Et un exemple de question orale :

1. Prouve le théorème de Rolle : Si f est continue sur un intervalle fermé $[a; b]$ et différentiable sur l'intervalle ouvert $]a; b[$ et si $f(a) = f(b)$, alors il existe $c \in]a; b[$ tel que $f'(c) = 0$.
2. Soit $l_1 : \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \end{pmatrix}$ and $l_2 : \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} + \mu \begin{pmatrix} 3 \\ -1 \end{pmatrix}$ deux lignes. Calcule le point d'intersection, s'il existe, de ces deux lignes.

Là encore, nous voyons qu'il est demandé à l'étudiant la maîtrise d'une preuve mathématique. Je tiens à préciser que notre AP examen sur α_1 se divise en deux parties AB (ne fait référence qu'aux dérivées) et BC (pour les étudiants les plus avancés et se compose de dérivation et d'intégration). Même pour la partie la plus avancée, la preuve du théorème de Rolle n'apparaît pas dans l'examen.

Après une discussion plus poussée avec le petit prince, nous tombons d'accord sur le fait que le niveau le plus bas de la planète α_2 est très légèrement en-dessous de l'examen AP de la planète α_1 . Ne perdons pas de vue que l'examen AP n'est pas obligatoire et qu'environ seulement un petit 8% de la population étudiant sur ma planète se présente à cet examen avec environ 75% de réussite).

"Si je vous ai raconté ces détails sur l'astéroïde B 612 et si je vous ai confié son numéro, c'est à cause des grandes personnes. Les grandes personnes aiment les chiffres. Quand vous leur parlez d'un nouvel ami, elles ne vous questionnent jamais sur l'essentiel. Elles ne vous disent jamais : "Quel est le son de sa voix ? Quels sont les jeux qu'il préfère ? Est-ce qu'il collectionne les papillons ?" Elles vous demandent : "Quel âge a-t-il ? Combien a-t-il de frères ? Combien pèse-t-il ? Combien gagne son père ?" Alors seulement elles croient le connaître. Si vous dites aux grandes personnes : "J'ai vu une belle maison en briques roses, avec des géraniums aux fenêtres et des colombes sur le toit..." elles ne parviennent pas à s'imaginer cette maison. Il faut leur dire : "J'ai vu une maison de cent mille francs." Alors elles s'écrient : "Comme c'est joli !"

Il est temps de digérer tous ces chiffres et de faire un bilan. Mais je profite de faire un petit détour en notant que le parallèle avec l'éducation des enfants est criant sur ma planète ou en tout cas sur la sous-planète où je vis. Si l'on dit aux parents : "J'ai vu une école où les étudiants sont heureux, où la bibliothèque est

Quelle Planète Choisir ?

magnifique et où le curriculum s’adapte aux besoins de chaque étudiant” elles ne parviennent pas à s’imaginer cette école. Il faut leur dire : “j’ai vu une école qui coute 25,000 francs par an.” Alors elles s’écrient : “Comme cette école est bien !” C’est terrifiant et pourtant tellement vrai.

En résumé, sur la planète α_1 les étudiants n’ont pas d’autres alternative que de poursuivre leur études secondaires jusqu’à l’obtention du diplôme. Cela revient à 12 années d’études. Ils peuvent en réalité quitter l’école dès 16 ans (i.e. en général après 10 ans d’études obligatoires) mais ce choix est extrême car il ne donne droit à aucun diplôme. Les régions pauvres et défavorisées de ma planète ont bien sur la plus grande concentration d’étudiants quittant l’école sans diplôme mais globalement, environ 90% des étudiants achèvent leur cycle de 12 ans d’études. Un objectif prioritaire de ma planète est d’atteindre un taux de 100% de jeunes obtenant leur diplôme secondaire. Il existe bien des écoles professionnelles mais celles-ci sont privées et n’existent pas partout, et donc ne constituent pas une option pour la vaste majorité des étudiants. Ce n’est donc qu’après 12 ans de cycle secondaire que les chemins se partagent et que les étudiants plus scolaires et avancés continuent leur études alors que les autres se retrouvent désarmés devant le marché du travail. En effet, en raison d’une très grande variation dans la qualité des écoles et des classes suivies par les étudiants recevant un diplôme secondaire, le diplôme en lui même n’a pas grande valeur. Il s’ensuit que les perspectives de travail pour les jeunes avec seulement un diplôme secondaire sont très limitées, que les salaires potentiels sont très bas, et qu’en général pour poursuivre des études universitaires, l’étudiant doit satisfaire des critères supplémentaires. Les jeunes qui transitent directement dans le monde du travail se retrouvent avec un salaire proche du smic, pas d’assurances maladies (oui je sais ... sur ma planète, la sécu n’existe pas...), et une grande précarité d’emploi. Ces emplois très souvent sont dans le monde de la construction ou ne demandent pas de qualifications particulières. En raison de leur manque de préparation, les jeunes employés doivent recevoir une formation intensive pendant leurs heures de travail ce qui se fait au détriment de l’employeur et de l’employé. De plus cette “formation” est faite de manière ad-hoc et est propre aux besoins de l’entreprises, et n’est pas valorisée par un quelconque diplôme. D’après une étude conduite en 2000, seulement 39% des employeurs pensaient qu’un jeune avec un diplôme d’école secondaire avait au minimum acquis les bases pour apprendre un travail. Finalement, de par les différences dans la préparation des étudiants qui achèvent leur études secondaires, les universités doivent mettre en place d’autres standards pour mesurer le potentiel des étudiants. Ces standards varient selon les universités, et se basent sur une grande variété de critères en dehors du diplôme d’études secondaires. Parmi ces standards nous trouvons : des examens d’admission pour l’entrée à l’université (il y a deux sortes examens qui sont majoritairement utilisés) ; des examens de placement avancés afin de déterminer si l’étudiant a atteint un degré de connaissance qui lui permet de suivre directement des classes plus avancées à l’université ; et enfin les accomplissements sportifs et activités hors-curriculum

Quelle Planète Choisir ?

(e.g. robotique, math club, ...) font parties des critères de selections utilisés par les universités.

Les grandes personnes sont décidément très très bizarres, se disait-il en lui-même durant le voyage. Le petit prince avait sur les choses sérieuses des idées très différentes des idées des grandes personnes.

Je vis le petit prince hocher la tête et sourire mélancoliquement. “Que la vie doit être dure sur ta planète” me dit-il. “Sur ma planète, les étudiants ont beaucoup plus de liberté. Après l’école obligatoire qui finit à 15 ans, ils ont le choix entre plusieurs options. Parmi elles nous trouvons : la maturité (cursus destiné à préparer les étudiants pour l’université) ; formation professionnelle (que nous appelons aussi apprentissage où les étudiants partagent leur semaines entre apprendre un métier et aller à l’école) ; maturité professionnelle qui est une extension de la formation professionnelle, l’étudiant ayant suivi des cours complémentaires ; école de commerce et de culture générale (donne accès à un diplôme qui permet l’entrée à certaines écoles supérieures ou même à des écoles supérieures spécialisées lorsque ce diplôme est complété par une maturité spécialisée). Les étudiants sur notre planète ne se retrouvent donc pas en position de pression insoutenable, devant à tout prix terminer leur étude sous un format unique mais peuvent accéder des alternatives tout à fait attractives. Les bénéfices sont nombreux me dit le petit prince. Alors que sur ta planète tous les étudiants suivent le même cursus avant d’obtenir leur diplôme d’études secondaires (qui de toute façon n’est pas reconnu en tant que tel), sur ma planète α_2 les étudiants peuvent à un plus jeune âge opter pour une éducation orientée vers l’apprentissage d’un métier plutôt que purement scolaire”. Je bondis immédiatement et m’offusquai que bien des jeunes de 15 ans ne sont pas en mesure de prendre de telles décisions et qu’en faisant de la sorte nous condamnions des jeunes alors qu’ils auraient pu se découvrir une passion des études sur le tard.

Les grandes personnes sont décidément très très bizarres, se disait-il en lui-même durant le voyage.

Le petit prince me répondit gentiment qu’un choix alternatif ne condamne en aucun cas les étudiants et que des études universitaires sont accessibles quelque soit le cursus choisi à condition que l’étudiant passe quelques cours et examens supplémentaires. Il me fit d’ailleurs remarquer que des examens supplémentaires sont nécessaires pour toute la population étudiante sur ma planète ; ce qui n’est pas le cas sur la planète du petit prince. En effet, en optant pour la maturité (où les étudiants recoivent un diplôme d’études secondaires comme ceux de ma planète) les étudiants obtiennent un accès direct aux études universitaires. Aucun examen complémentaire n’est requis. Le petit prince m’expliqua que la raison venait simplement du fait que les étudiants ayant plus d’options, ne se trouvent dans ce cursus que ceux a priori intéressés par des études supérieures. Cela nous permet de créer un curriculum plus avancé et cela explique que le niveau le plus bas de ces étudiants est tout près du niveau des étudiants sur α_1 qui se présentent pour le AP examen. La différence est que le pourcentage d’étudiants sur la planète du

Quelle Planète Choisir ?

petit prince passant avec réussite l'examen de maturité est bien plus important que celui sur ma planète d'étudiants qui passent le AP examen. De ce fait, la culture mathématique est beaucoup plus dispersée sur la planète du petit prince qu'elle ne l'est sur ma planète. Ce fait est indéniable et remarquable. C'est d'une grande simplicité.

Mais le petit prince ne s'arrêta pas là. Il m'expliqua que sur sa planète, si un étudiant est passionné par les fleurs, par les arbres, par la nature dès son plus jeunes age, il aura accès à une formation de jardinier, botaniste, gardien de parc naturel tout au long de son éducation secondaire. Le petit prince me dit alors : "Ne crois-tu pas que cela le rendra plus heureux ?"

"Je ne répondis rien. A cet instant-là je me disais : "Si ce boulon résiste encore, je le ferai sauter d'un coup de marteau." Le petit prince déranger de nouveau mes réflexions : - Et tu crois, toi, que les fleurs...- Mais non ! Mais non ! Je ne crois rien ! J'ai répondu n'importe quoi. Je m'occupe, moi, de choses sérieuses ! Il me regarda stupéfait. - De choses sérieuses ! Il me voyait, mon marteau à la main, et les doigts noirs de cambouis, penché sur un objet qui lui semblait très laid. - Tu parles comme les grandes personnes ! Ca me fit un peu honte. Mais, impitoyable, il ajouta : - Tu confonds tout... tu mélanges tout ! Il était vraiment très irrité. Il secouait au vent des cheveux tout dorés : - Je connais une planète où il y a un Monsieur cramoisi. Il n'a jamais respiré une fleur. Il n'a jamais regardé une étoile. Il n'a jamais aimé personne. Il n'a jamais rien fait d'autre que des additions. Et toute la journée il répète comme toi : "Je suis un homme sérieux ! Je suis un homme sérieux !" et ca le fait gonfler d'orgueil. Mais ce n'est pas un homme, c'est un champignon ! "

J'ai soudainement compris ce qu'il voulait me dire. Et si nous tenions compte du bonheur de nos étudiants, et si nous nous posions la question de savoir ce qui les rendraient heureux, ne serions-nous pas à même de créer un système éducatif plus adapté ? Un système éducatif où les étudiants immergés dans leur passions seraient plus à même d'accepter une rencontre avec les mathématiques. Même si ma planète est capable de produire certains des plus grands mathématiciens, elle n'est pas capable d'éduquer à l'heure actuelle la vaste majorité des étudiants avec un minimum de culture mathématique, contrairement à la planète du petit prince. Et sur votre planète, quel est votre système éducatif ? Si vous deviez opérer des changements, quels seraient-ils ? Ma planète α_1 se prénomme les États-Unis et celle du petit prince α_2 est la Suisse. Aucun des deux schémas n'est idéal mais nous avons vu ensemble les avantages d'un système par rapport à l'autre en ce qui concerne le potentiel mathématique de la majorité de la population.

Regardez attentivement ce paysage afin d'être sûrs de le reconnaître, si vous voyagez un jour en Afrique, dans le désert. Et, s'il vous arrive de passer par là, je vous en supplie, ne vous pressez pas, attendez un peu juste sous l'étoile ! Si alors un enfant vient à vous, s'il rit, s'il a des cheveux d'or, s'il ne répond pas quand on "interroge, vous devinez bien qui il est. Alors soyez gentils ! Ne me laissez pas tellement triste : écrivez-moi vite qu'il est revenu...

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

Olivier PINAUD

Contributions à l'étude de la propagation des ondes en milieux aléatoires et au transport dans les nanostructures

Soutenue le 3 juin 2010, Université Claude Bernard Lyon 1

Le mémoire s'articule autour de deux grandes thématiques, la propagation d'ondes en milieux aléatoires et le transport quantique dans les nanostructures.

Dans la première partie, nous nous intéressons à la reconstruction d'inclusions dissimulées dans un milieu complexe dont les caractéristiques microscopiques sont inaccessibles. Ce milieu hétérogène est modélisé par un milieu aléatoire dont certaines grandeurs macroscopiques sont connues ou à déterminer. Dans la limite des hautes fréquences, on substitue alors le problème inverse de localisation basé sur une description microscopique par un problème inverse résolu à l'aide de modèles macroscopiques reposant sur une équation de transfert radiatif. Nous discutons de plus de l'intérêt ou non d'utiliser le retournement temporel dans de telles situations. Dans le cadre de l'approximation paraxiale, nous abordons également la question de la stabilité statistique des ondes hautes fréquences en milieux aléatoires. Celles-ci sont décrites par diverses équations de Schrödinger aléatoires suivant le régime de propagation, il s'agit alors de déterminer si le comportement asymptotique de l'énergie de l'onde est stochastique ou déterministe. Enfin, nous évaluons l'effet d'inclusions de petit volume sur des solutions d'équations d'Helmholtz ou de diffusion et généralisons certains résultats existant dans la littérature. Dans la seconde partie, nous nous intéressons au système de Schrödinger-Poisson en domaines ouverts et obtenons des estimations semi-classiques. Nous donnons pour finir une réponse au problème des moments en mécanique quantique, en dimension un d'espace et pour le moment d'ordre un, à savoir s'il existe, et quelle est sa forme, un opérateur densité minimisant l'énergie libre quantique sous une contrainte de densité locale.

Agnès DESOLNEUX

Modélisation et propriétés de quelques approches stochastiques des images

Soutenue le 24 septembre 2010, MAP5

Mes recherches portent sur la mise au point et l'étude de méthodes stochastiques pour l'analyse d'images. Elles s'organisent principalement autour de trois grands axes :

-Les méthodes a contrario. C'est une méthodologie très générale d'analyse d'images, en lien avec la perception visuelle, et dont le principe est de détecter des structures dans une image en cherchant des grandes déviations par rapport à un modèle de bruit. Cette méthodologie donne lieu à de nombreuses applications (détection de bords, d'alignements, de points de fuite, débruitage, segmentation d'histogramme, clustering, etc.)

-L'analyse de séquences d'images présentant des changements de contraste. Il peut s'agir soit, dans des séquences médicales, de changements 'normaux' dus à l'injection d'un agent de contraste, et on cherche alors à simultanément recalibrer, segmenter et estimer les courbes de rehaussement. Soit il peut s'agir de changements de contraste qui sont des artefacts, et qu'il faut alors corriger. C'est le cas des vieux films (ou de certaines séquences vidéos) affectés par du flicker.

-L'analyse de la géométrie de certains champs aléatoires : champs binaires et percolation en gradient ; et aussi modèles de type 'shot-noise'.

Erwan LE GRUYER

Etude des champs tayloriens

Soutenue le 12 octobre 2010, IRMAR, INSA Rennes

Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre de l'IRMAR sur le site de l'INSA de Rennes. Ce mémoire porte sur l'étude des champs tayloriens. C'est un sujet classique en analyse fonctionnelle et certains résultats obtenus ont un intérêt en mathématiques appliquées, en E.D.P. et en probabilité. Il s'agit d'étudier le prolongement de fonctions ou de champs tayloriens.

Le premier chapitre concerne le prolongement par fonctions continues. Après avoir formalisé des principes de stabilité que l'on peut espérer obtenir d'un schéma d'extension, nous montrons que de tels schémas existent. En particulier, nous montrons que les extensions harmonieuses, solutions d'équations fonctionnelles ont de très bonnes propriétés de stabilité. Ensuite, nous faisons le lien entre les extensions harmonieuses et la notion d'A.M.L.E (Absolutely Minimizing Lipschitz Extension) introduite par G. Aronsson. Ce lien nous permet de montrer l'existence d'une AMLE par des techniques différentes de celles d'Aronsson. Dans le cas euclidien et sous certaines hypothèses, nous montrons que les extensions harmonieuses convergent vers la solution de viscosité associée à l'opérateur laplacien infini pour le problème de Dirichlet. Pour finir ce chapitre nous décrivons une

RÉSUMÉS DE THÈSES

méthode numérique qui approche une AMLE dans un espace métrique métriquement convexe et qui approche, dans le cas euclidien, la solution de viscosité associée au laplacien infini. Un théorème de convergence est établi ainsi que des simulations numériques. Le deuxième chapitre de cette partie est consacré à l'étude des champs d'ordre m . Un théorème d'Arzelà-Ascoli sur les champs et un théorème de prolongement à la fermeture sur les champs sont établis. Nous formalisons ensuite des principes de stabilité que l'on peut espérer obtenir d'un schéma d'extension pour les champs d'ordre m . Après avoir trouvé les conséquences logiques de ces principes, nous faisons le lien entre les schémas d'extrapolation et d'extension par le concept de DS-stabilité. Nous montrons l'existence d'un schéma d'extension stable (en particulier DS-stable) pour les champs d'ordre m en une seule variable. La dernière partie est consacrée aux champs d'ordre 1 définis sur un Hilbert. Nous trouvons la constante de Lipschitz pour les champs d'ordre 1 (constante qui dépend uniquement des valeurs du champ à étendre). Nous donnons ensuite les conséquences de ce résultat : généralisation du théorème de prolongement de Whitney, caractérisation du domaine d'unicité des extensions Lipschitz minimales. Une description complète d'une extension minimale d'un champ biponctuel d'ordre 1 est donnée à la fin de ce chapitre ainsi que des illustrations numériques.

Le troisième chapitre de cette partie est consacré à l'étude du problème de l'extension de Whitney avec données de Lagrange.

- Pour les fonctions d'une seule variable. Une fois réglé le cas de l'extension d'une fonction à la fermeture de son domaine, nous formalisons des principes de stabilité que l'on peut espérer obtenir d'un schéma d'extension pour les fonctions. Pour ce faire on généralise la distance de Hausdorff afin de réduire le problème de l'extension stable à un problème d'extrapolation stable. En classe C^k ($k = 1, 2$), nous obtenons deux schémas linéaires DS-stables. Nous obtenons aussi des estimations linéaires et DS-stables de la dérivée $m^{\text{ième}}$ en classe C^m . Il reste à trouver des estimations linéaires des dérivées intermédiaires pour $m > 3$.

- Pour les fonctions de plusieurs variables, le seul résultat concerne le prolongement d'une fonction en une fonction de classe C^1 . Ce résultat est une conséquence directe du résultat principal obtenu sur les champs d'ordre 1. Nous obtenons une C.N.S pour pouvoir prolonger une fonction en une fonction de classe C^1 de dérivée lipschitzienne.

Le quatrième chapitre de cette partie est consacré aux perspectives de recherche. Nous détaillons un des résultats, celui qui concerne les extensions extrémales de m -jets d'une seule variable à valeurs dans \mathbb{R}^m .

Laurent GARDES

Contributions à la théorie des valeurs extrêmes et à la réduction de dimension pour la régression

Soutenue le 17 novembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Je présente ici le résumé de mes travaux de recherche portant sur les trois thèmes suivants : inférence pour les lois à queue de type Weibull, estimation de quantiles extrêmes conditionnels et réduction de dimension pour la régression. La première thématique regroupe des résultats théoriques qui ont été validés par de nombreuses simulations. Les

RÉSUMÉS DE THÈSES

deux thématiques suivantes ont eu pour point de départ des applications concrètes : l'estimation de niveaux de retour de pluies dans la région des Cévennes et l'étude d'images hyperspectrales provenant de la planète Mars. Une partie de ces travaux a été financée par l'Agence Nationale de la Recherche.

Mots-clés : Théorie des valeurs extrêmes, réduction de dimension, inférence statistique, images hyperspectrales, estimation de niveaux de retour.

Jean-François COEURJOLLY

Sur quelques résultats d'inférence pour les processus fractionnaires et les processus ponctuels de Gibbs

Soutenue le 23 novembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Ce mémoire présente une synthèse de mes activités de recherche depuis mon doctorat. Ces travaux sont organisés en trois parties distinctes. Les deux premières parties ont pour point commun l'inférence statistique de quelques processus stochastiques. Les processus centraux en question sont respectivement le mouvement brownien fractionnaire (et quelques unes de ses extensions) et les processus ponctuels spatiaux de Gibbs. Comme, nous le verrons par la suite, bien que ces processus soient de nature très différente, ils s'inscrivent dans la modélisation de données dépendantes qu'elles soient temporelles ou spatiales. Nos travaux ont pour objectifs communs d'établir des propriétés asymptotiques de méthodes d'estimation ou de méthodes de validation, classiques ou originales. Par ailleurs, une autre similitude est la mise en perspective de ces processus avec des applications faisant intervenir des systèmes complexes (modélisation de signaux issus d'Imagerie par Résonance Magnétique Fonctionnelle et modélisation de taches solaires). La troisième partie, quant à elle, regroupe des thèmes satellites regroupés sous la dénomination 'contributions à la statistique appliquée'.

Mots-clés : Modélisation, inférence statistique, données dépendantes, processus fractionnaires, processus ponctuels de Gibbs, systèmes complexes.

Yves ROZENHOLC

Statistique non paramétrique - Une ballade entre méthodologie et applications

Soutenue le 29 novembre 2010, MAP5

Mon parcours scientifique s'inscrit dans le cadre de la 'Statistique non paramétrique' et s'inscrit principalement dans le cadre de l'estimation par 'minimum de contraste pénalisé' et celui de la 'théorie des tests', ma recherche se situant entre méthodologie, algorithmie et applications. Au sein du MAP5 - Paris Descartes, je me suis appliqué à développer des projets transdisciplinaires concernant tout d'abord la 'Reconstruction faciale' en Médecine

RÉSUMÉS DE THÈSES

légale, puis, par ma collaboration avec le LRI-HEGP, le suivi de l'angiogénèse dans le cancer. Cette dernière collaboration se poursuit de façon active pour réaliser l'estimation non paramétrique des temps de transits microvasculaires. En plus de publier mes travaux dans des journaux internationaux avec comité de lecture, je me suis attaché à favoriser les interactions à travers l'organisation de journées thématiques, de groupes de travail et l'encadrement de jeunes étudiants ou chercheurs.

Actuellement, mes projets collaboratifs concernent le développement de techniques statistiques innovantes en épidémiologie pour l'évaluation de facteurs de risques environnementaux secondaires (cohorte NOWAC, projet européen TICE, resp. Eiliv Lund) et l'aide à la personnalisation des traitements dans le cadre du cancer utilisant pour cela des techniques de détection/segmentation statistique appliquées aux résultats 'haut-débit' de puce ADN-ARN (avec Pierre Laurent-Puig, UMR-S775 Paris Descartes).

Denys DUTYKH

Modélisation mathématique pour l'environnement : des tsunamis aux avalanches de neige

Soutenue le 3 décembre 2010, CNRS, Université de Savoie

Ce mémoire est consacré à la modélisation mathématique de quelques problèmes environnementaux. Ces travaux couvrent des thématiques allant des vagues jusqu'aux avalanches de neige poudreuse. Cette habilitation se compose de trois parties. La première partie est essentiellement introductive et contient également la description complète des mes activités de recherche. Les travaux scientifiques en lien avec la théorie des vagues sont regroupés dans la partie II. Le spectre des sujets abordés est large. Dans le chapitre 3 nous proposons un Lagrangien généralisé pour le problème des vagues. Cette généralisation permet d'obtenir de nouveaux modèles approchés des vagues dans l'eau profonde, peu profonde ou en profondeur intermédiaire. Dans le même chapitre nous étudions également quelques questions liées à la dissipation visqueuse de l'intumescence. Le chapitre 4 traite de différents aspects de la modélisation des tsunamis. Nous étudions toute la gamme des processus physiques de la génération, transformations d'énergie, propagation jusqu'à l'inondation des côtes. Le chapitre 5 est spécialement dédié aux différents aspects de la simulation numérique et de la modélisation d'inondation. Ces questions sont traitées par différentes approches : les équations de Saint-Venant, les équations de type de Boussinesq et le système de Navier-Stokes bi-fluide. Dans la partie III nous nous intéressons à deux problèmes relevant principalement des écoulements multi-fluides. Le chapitre 6 contient la justification formelle du modèle bifluide à quatre équations proposé avant pour la modélisation des écoulements aérés. Quelques résultats numériques sont également présentés. Les calculs similaires effectués dans le cas barotrope sont donnés dans l'appendice A. Ces résultats peuvent s'appliquer, par exemple, à la simulation numérique du déferlement. Finalement, dans le chapitre 7 nous proposons un nouveau modèle pour les avalanches de neige poudreuse. Ce système est dérivé du Navier-Stokes bifluide classique et possède de bonnes propriétés qualitatives. Les simulations numériques d'interaction d'une avalanche avec obstacle sont présentées.

Florence FORBES

Modèles et inférence pour des systèmes stochastiques structurés

Soutenue le 7 décembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Le contexte de mon travail est la mise au point d'outils statistiques pour le développement et l'analyse de modèles stochastiques structurés. L'idée sous-jacente à la notion de structure est qu'il est souvent possible à l'aide d'hypothèses locales simples combinées de manière cohérente de rendre compte de phénomènes globaux potentiellement complexes. Cette idée de construction du local vers le global guide ainsi la modélisation, l'estimation et l'interprétation. Cette approche se révèle utile dans des domaines variés tels que le traitement du signal et de l'image, les neurosciences, la génomique, l'épidémiologie, etc. Inversement les besoins de ces domaines ont pu susciter en retour des développements théoriques importants. Par ailleurs, beaucoup de techniques statistiques sont encore limitées par des hypothèses restrictives pouvant conduire à des analyses imprécises voire erronées. Différentes sources de complexité peuvent mettre en défaut les approches classiques. Souvent les données exhibent une structure de dépendance non triviale, due par exemple à des répétitions, des groupements, des méthodes d'échantillonnage particulières, des associations dans l'espace ou le temps. Une seconde source de complexité est liée au processus de mesure qui peut impliquer l'utilisation d'instruments physiquement très différents, qui produisent des données hétérogènes, en grandes dimensions et potentiellement de manière défailante de sorte qu'une partie des données peut être manquante. La plupart de mes objectifs de recherche sont centrés sur la mise au point de modèles et d'outils d'inférence pouvant faire face à ce genre de complications fréquentes dans les données modernes et contribuer ainsi au développement de nouvelles méthodes statistiques.

Mots-clés : Modélisation statistique, modèles markoviens, modèles de mélanges, modèles à données manquantes, champs de Markov, classification, algorithme EM, analyse d'image.

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

Imen MEZGHANI MARRAKCHI

Directeur de thèse : Gaël Mahé (Université Paris Descartes).

**Identification des systèmes audio par tatouages dopant et témoin :
Caractérisation des non-linéarités des haut-parleurs et annulation d'écho
acoustique**

Soutenue le 23 février 2010

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse et Université Paris Descartes

L'objectif de cette thèse est de proposer de nouvelles finalités au tatouage audio. Le tatouage audio est usuellement conçu pour des applications sécuritaires ou pour la trans-

RÉSUMÉS DE THÈSES

mission d'informations auxiliaires. Il s'agit ici de concevoir des systèmes de tatouage utiles pour des analyses ou des traitements correctifs du signal audio en sortie d'un système de communication. Deux concepts sont ici proposés :

- tatouage dopant qui consiste à insérer, non plus une information comme en tatouage classique, mais une marque qui modifie les propriétés du signal audio original afin d'améliorer un traitement correctif déterminé.

- tatouage témoin qui consiste à insérer une information qui enregistre les transformations dues au canal -subies par le signal audio original- mieux que le signal lui-même.

La première partie de ce manuscrit est dédiée à la conception d'un tatouage audio dopant pour l'identification des non-linéarités des haut-parleurs. La technique de tatouage dopant adaptée à cette application est la 'gaussianisation'. Nous montrons théoriquement l'importance du caractère gaussien de l'entrée dans l'identification des systèmes non-linéaires. Fondées sur cette étude, deux structures d'identification des systèmes non-linéaires (polynômiaux et de Volterra), pilotées par le signal audio 'gaussianisé' et adaptées aux propriétés statistiques du signal audio (forte corrélation et non-stationnarité) sont proposées. Un nouveau protocole expérimental d'identification/caractérisation, hors-ligne, des non-linéarités des haut-parleurs est par ailleurs proposé. Il permet de montrer la dépendance du comportement non-linéaire du haut-parleur à l'entrée.

La seconde partie de ce document est consacrée à la conception d'un tatouage témoin du son pour l'annulation d'écho acoustique (AEC). Un premier système d'AEC adaptatif à base du tatouage témoin (le WAEC), est conçu pour s'affranchir des non stationnarités et de la forte corrélation de la parole. Cette structure est adaptée au contexte monolocuteur. Une seconde structure, le WAECMLS, se prête à la fois aux caractéristiques du signal de parole et de surcroît au contexte de double parole grâce à une technique d'identification optimale par bloc.

Jean-Christophe MOURRAT

Directeurs de thèse : Pierre Mathieu (Université de Provence) et Alejandro Ramirez (PUC du Chili).

Marches aléatoires réversibles en milieu aléatoire

Soutenue le 13 mai 2010

Centre de Mathématiques et d'Informatique, Université de Provence, Marseille

Nous nous intéressons à deux modèles de marches aléatoires réversibles en milieu aléatoire. Le premier est la marche aléatoire en conductances aléatoires. Nous montrons que l'environnement vu par cette marche converge vers l'équilibre à une vitesse polynomiale, notre hypothèse principale étant que les conductances sont uniformément minorées. Notre méthode se base sur une inégalité de Nash, suivie soit d'une comparaison avec la marche aléatoire simple, soit d'une analyse plus directe fondée sur une méthode de martingale.

Pour le deuxième modèle qui nous intéresse, on attribue pour tout x de Z^d une valeur positive τ_x . La marche construite, souvent appelée 'modèle de Bouchaud', est réversible par rapport à la mesure de poids (τ_x). Nous supposons que ces poids sont indépendants, de même loi et à queue polynomiale. Nous donnons le comportement asymptotique de la valeur propre principale du générateur de cette marche aléatoire, avec conditions aux

RÉSUMÉS DE THÈSES

bords de Dirichlet. La caractéristique principale du résultat est une transition de phase, qui a lieu pour un seuil dépendant de la dimension.

Lorsque les (τ_x) ne sont pas intégrables et pour $d > 4$, nous obtenons également la limite d'échelle, sous-diffusive, de ce modèle. La méthode consiste dans un premier temps à exprimer la marche aléatoire comme un changement de temps d'une marche aléatoire en conductances aléatoires. Il suffit alors de montrer que ce changement de temps, une fois normalisé, converge sous la loi moyennée vers un subordonateur stable. Ce résultat est obtenu en utilisant les propriétés de vitesse de convergence à l'équilibre de l'environnement vu par la particule montrées précédemment.

Mikael FALCONNET

Directeur de thèse : Didier Piau (Institut Fourier, Université Grenoble I).

Sur deux problèmes mathématiques de reconstruction phylogénétique

Soutenue le 9 juillet 2010, Institut Fourier, Université Grenoble I

Ce travail de thèse traite de deux problèmes liés aux méthodes de reconstruction d'arbres phylogénétiques. Dans une première partie, nous fournissons des estimateurs consistants ainsi que des intervalles de confiance asymptotiques mathématiquement rigoureux pour le temps d'évolution de séquences d'ADN dans des modèles de substitutions plus réalistes que les modèles usuels, prenant en compte les effets de la méthylation des dinucléotides CpG dans le génome des mammifères. Dans une seconde partie, nous étendons un résultat récent de Steel et Matsen en prouvant qu'un des travers bien connu des méthodes Bayésiennes en phylogénie, appelé 'star tree paradox', a en fait lieu dans un cadre plus large que celui de Steel et Matsen.

Mots-clés : Processus de Markov, intervalles de confiance, séquences d'ADN, distances phylogénétiques, déficit en CpG, arbres phylogénétiques, statistiques bayésiennes, arbres en étoile.

Ngonn SEAM

Directeur de thèse : Guy Vallet (Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Etudes de problèmes aux limites non linéaires de type pseudo-parabolique

Soutenue le 14 septembre 2010, Université de Pau et des Pays de l'Adour

L'objectif de ce travail est l'étude du problème non linéaire de type pseudo-parabolique suivant : trouver une fonction mesurable u de $Q :=]0, T[\times \Omega$ à valeur réelle telle que

$$\begin{cases} f(t, x, u_t) - \text{Div} \{ a(x, u, u_t) \nabla u + b(x, u, u_t) \nabla u_t \} = g(t, x), & (t, x) \in Q, \\ u(t, x) = 0, & (t, x) \in]0, T[\times \partial\Omega, \\ u(0, x) = u_0, & x \in \Omega, \end{cases}$$

où l'opérateur de Nemystkii associé à la fonction f est monotone.

Un premier chapitre est consacré à l'étude de l'existence d'une solution pour le problème

ci-dessus. Pour cela, on utilise une méthode de semi-discrétisation implicite en temps. L'existence des itérés repose sur le théorème de point fixe de Schauder-Tikhonov et la convergence du schéma sur un outil de compacité adapté à la situation. À la fin du chapitre, on propose des applications à l'équation de Barenblatt et au cas d'un f multivoque. Dans le second chapitre, on s'intéresse au problème de Barenblatt pseudo-parabolique : rechercher une fonction mesurable u de Q à valeur réelle telle que

$$\begin{cases} f(u_t) - \Delta u - \epsilon \Delta u_t = g(t, x), & (t, x) \in Q, \\ u(t, x) = 0, & (t, x) \in]0, T[\times \partial\Omega, \\ u(0, x) = u_0, & x \in \Omega, \end{cases}$$

où f n'est pas nécessairement monotone.

Pour $\epsilon > \epsilon_0 > 0$, où ϵ_0 est une valeur critique, on montre que le problème est bien posé en utilisant une méthode similaire à celle du premier chapitre. Pour la valeur critique $\epsilon = \epsilon_0$, le problème admet au plus une solution ; cette dernière existe moyennant une hypothèse supplémentaire sur f . Enfin, si $0 < \epsilon < \epsilon_0$, la solution n'est pas unique en général. On propose enfin d'une approche stochastique de l'équation pseudo-parabolique de Barenblatt-Sobolev. Le dernier chapitre propose des simulations numériques monodimensionnelles ; notamment, on s'intéresse à la perturbation singulière pseudo-parabolique lorsque la diffusion moléculaire change de signe.

Mots-clés : Problème pseudo parabolique, équation dégénérée, résultat d'existence, semi-discrétisation implicite en temps, inclusion différentielle, équation de Barenblatt.

Toan PHAM DUC

Directeurs de thèse : Damien Tromeur-Dervout (Université Lyon 1) et Fabienne Oudin Dardun (Université Lyon 1).

Développement de schémas de découplage pour la résolution de systèmes dynamiques sur architecture de calcul distribué

Soutenue le 30 septembre 2010, Université Claude Bernard Lyon 1

Nous nous intéressons dans ce mémoire à des méthodes de parallélisation par découplage du système dynamique. Plusieurs applications numériques, de nos jours, conduisent à des systèmes dynamiques de grande taille et nécessitent des méthodes de parallélisation en conséquence pour pouvoir être résolues sur les machines de calcul à plusieurs processeurs. Notre but est de trouver une méthode numérique à la fois consistante et stable pour réduire le temps de la résolution numérique.

La première approche consiste à découpler le système dynamique en sous-systèmes contenant des sous-ensembles de variables indépendants et à remplacer les termes de couplage par l'extrapolation polynomiale. Une telle méthode a été introduite sous le nom de schéma $C(p, q, j)$. Nous améliorons ce schéma en introduisant la possibilité d'utiliser des pas de temps adaptatifs. Cependant, notre étude montre que cette méthode de découplage ne peut satisfaire les propriétés numériques que sous des conditions très strictes et ne peut donc pas s'appliquer aux problèmes raides présentant des couplages forts entre les sous-systèmes.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Afin de pouvoir répondre à cette problématique de découplage des systèmes fortement couplés, on introduit le deuxième axe de recherche, dont l’outil principal est la réduction d’ordre du modèle. L’idée est de remplacer le couplage entre les sous-ensembles de variables du système par leurs représentations sous forme réduite. Ces sous-systèmes peuvent être distribués sur une architecture de calcul parallèle. Notre analyse du schéma de découplage résultant nous conduit à définir un critère mathématique pour la mise à jour des bases réduites entre les sous-systèmes. La méthode de réduction d’ordre du modèle utilisée est fondée sur la décomposition orthogonale aux valeurs propres (POD). Cependant, ne disposant pas a priori des données requises pour la construction de la base réduite, nous proposons alors un algorithme de construction incrémentale de la base réduite permettant de représenter le maximum des dynamiques des solutions présentes dans l’intervalle de simulation.

Nous avons appliqué la méthode proposée sur les différents systèmes dynamiques tels que l’exemple provenant d’une EDP et celui provenant de l’équation de Navier Stokes. La méthode proposée montre l’avantage de l’utilisation de l’algorithme de découplage basé sur la réduction d’ordre. Les solutions numériques sont obtenues avec une bonne précision comparées à celle obtenue par une méthode de résolution classique tout en restant très performante selon le nombre de sous-systèmes définis.

Djamal Moussa DIALLO

Directeurs de thèse : Jean Marie Crolet (Université de Franche-Comté) et Mary Teuw Niane (Université Gaston Berger (Saint-Louis)).

Modélisation mathématique et simulation numérique de l’hydrodynamique : Cas des inondations en aval du barrage de Diama (Sénégal)

Soutenue le 15 octobre 2010, Université de Franche-Comté

Le delta du fleuve Sénégal est le théâtre de crues importantes, le plus souvent catastrophiques et la dernière en date a nécessité l’ouverture d’une brèche dans la Langue de Barbarie qui est une fine bande de sable séparant le delta du fleuve de la mer. Depuis, cette brèche ne cesse de s’agrandir sous l’action conjuguée des eaux du fleuve et de la mer. Modéliser ce phénomène d’élargissement nécessite de connaître à tout moment les caractéristiques de l’écoulement des eaux dans le delta, y compris en période de crue. Nous avons opté pour la réalisation de deux algorithmes de simulation. C’est ce travail que je présente ici.

D’une part, nous considérons l’équation de Navier-Stokes tridimensionnelle et nous faisons l’hypothèse d’une faible épaisseur d’eau, ce qui est acceptable comparé aux dimensions du delta. Cette hypothèse nous permet de faire, en chaque point, une intégration selon la verticale pour obtenir une équation de Saint-Venant bidimensionnelle simplifiée dans un plan xoy sans les hypothèses approximatives (fond plat ou conditions aux limites trop généreuses dans l’un ou l’autre, qui ne reproduisent pas fidèlement le phénomène étudié). Cette équation ne nous permet d’obtenir les champs de vitesses et de pressions que dans un plan horizontal. Pour prendre en compte les apports extérieurs responsables d’une crue, nous introduisons une équation 1D de conservation de la masse d’eau. Le couplage entre l’équation de Saint-Venant 2D et l’équation de conservation 1D conduit à une modélisation (2D1/2 et non 3D) du phénomène étudié.

RÉSUMÉS DE THÈSES

D'autre part, la phase d'élargissement de la brèche résulte de la problématique fluide-structure, une interaction entre un écoulement et une structure fortement déformable. Il s'agit d'un problème multi-physique reposant sur plusieurs équations d'état (Darcy, poro élastique ...) et impliquant divers couplages. Sous l'hypothèse que les déformations de la structure dues à l'hydrodynamique restent à l'échelle microscopique, nous obtenons des résultats analytiques et numériques de l'évolution de l'interface à long terme.

Mots-clés : Couplage 2D1/2, Saint-Venant 2D, éléments finis, interaction fluide-structure, description ALE, Darcy, poro élasticité, hydrodynamique.

Vassil KHALIDOV

Directeurs de thèse : Stéphane Girard (INRIA Rhône-Alpes) et Florence Forbes (INRIA Rhône-Alpes).

Modèles de mélanges conjugués pour la modélisation de la perception visuelle et auditive

Soutenue le 18 octobre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Dans cette thèse, nous nous intéressons à la modélisation de la perception audio-visuelle avec une tête robotique. Les problèmes associés, notamment la calibration audio-visuelle, la détection, la localisation et le suivi d'objets audio-visuels sont étudiés. Une approche spatio-temporelle de calibration d'une tête robotique est proposée, basée sur une mise en correspondance probabiliste multimodale des trajectoires. Le formalisme de modèles de mélange conjugué est introduit ainsi qu'une famille d'algorithmes d'optimisation efficaces pour effectuer le regroupement multimodal. Un cas particulier de cette famille d'algorithmes, notamment l'algorithme EM conjugué, est amélioré pour obtenir des propriétés théoriques intéressantes. Des méthodes de détection d'objets multimodaux et d'estimation du nombre d'objets sont développées et leurs propriétés théoriques sont étudiées. Enfin, la méthode de regroupement multimodal proposée est combinée avec des stratégies de détection et d'estimation du nombre d'objets ainsi qu'avec des techniques de suivi pour effectuer le suivi multimodal de plusieurs objets. La performance des méthodes est démontrée sur des données simulées et réelles issues d'une base de données de scénarios audio-visuels réalistes (base de données CAVA).

Mots-clés : Modèles de mélanges conjugués, intégration audio-visuelle, calibration audio-visuelle, suivi audio-visuel, algorithme EM conjugué, sélection de modèle de mélanges conjugués, fusion multicapteur.

Nicolas LANTOS

Directeur de thèse : Olivier Pironneau (Laboratoire Jacques-Louis Lions).

Méthodes numériques avancées appliquées à l'évaluation d'options financières

Soutenue le 18 octobre 2010, Laboratoire Jacques-Louis Lions

Mon travail au cours de cette thèse a porté sur l'amélioration de méthodes déterministes existantes pour l'évaluation d'options financières, en terme de temps de calcul et/ou de

RÉSUMÉS DE THÈSES

précision. Il s'est principalement concentré sur trois sujets : calibration, conditions aux bords et bases réduites.

Nous avons tout d'abord étudié la résolution numérique de l'équation de Kolmogorov forward. Utilisée pour calibrer les modèles, elle permet le calcul de nombreux prix d'options portant sur le même sous-jacent en une seule résolution. La principale difficulté de ce problème repose sur la masse de Dirac de la condition initiale qui entraîne des instabilités numériques sans traitement spécifique. Nous avons proposé une série de solutions dont un algorithme pour les modèles linéaires qui utilise l'opérateur adjoint discret au niveau matriciel. Cette dernière technique est aussi précise et aussi efficace numériquement qu'une résolution rétrograde.

Pour les phénomènes de diffusion dans un domaine non-borné, le problème des conditions aux bords peut théoriquement être repoussé par l'agrandissement du domaine de calcul. Cependant, cette approche a un coût important qui la rend irréalisable en grande dimension ou dans le cas de l'évaluation d'options de longue maturité. La méthode des « Couches Parfaitement Adaptées » introduite par Bérenger offre un traitement efficace des conditions aux limites permettant une réduction importante du domaine de calcul. Elle présente également l'avantage d'être généralisable sans difficulté, contrairement à l'approche concurrente d'Enquist-Majda.

Nous introduisons une méthode de base réduites pour la résolution efficace d'équations intégral-différentielles qui apparaissent en mathématiques financières dans l'évaluation d'option. Notre technique construit la solution comme combinaison linéaire de fonctions de base construites à partir d'une séquence de solutions Black-Scholes avec différentes volatilités. Nous montrons que ce choix a priori nous fournit une représentation creuse de fonctions d'évaluation d'option, nous permettant d'obtenir une erreur d'approximation qui décroît exponentiellement selon le nombre de fonctions de base. L'utilisation de la méthode de Galerkin sur cette base pour résoudre l'équation aux dérivées partielles est plus efficace numériquement que la technique des différences finies ou des éléments finis pour le modèle de diffusion de CEV et le modèle de diffusion à saut de Merton. Nous comparons également notre méthode avec la technique des Proper Orthogonal Decomposition (POD). Finalement, nous montrons que notre technique peut être utilisée avantageusement pour la calibration de volatilité locale.

Joerg LIEBELT

Directeurs de thèse : Cordelia Schmid (INRIA Rhône-Alpes) et Rüdiger Westermann (Technische Universität München).

Détection de classes d'objets et estimation de leur pose à partir de modèles 3D synthétiques

Soutenue le 18 octobre 2010

Laboratoire Jean Kuntzmann/Gipsa-Lab et Université de Grenoble

Cette thèse apporte des contributions à la détection d'objets en utilisant des modèles 3D. Plus exactement, elle porte sur la détection des classes d'objets et l'estimation de leur pose à partir d'une seule image. Nous décrivons des étapes d'apprentissage, de détection et d'estimation adaptées à l'utilisation de données synthétiques pour lesquelles la géométrie est connue. La plupart des approches existantes détectent des classes d'objets à partir

RÉSUMÉS DE THÈSES

de points de vue discrets en combinant des classifieurs. En utilisant des modèles CAO existants et des méthodes de rendu venant du domaine du graphisme, nous proposons de créer des représentations en 3D de classes d'objets permettant de gérer simultanément des points de vue différents et la variabilité intraclasse. Pour obtenir ces représentations en 3D, deux méthodes différentes sont proposées. La première utilise des données d'entraînement purement synthétiques, alors que la seconde approche est basée sur un modèle de parties combinant des images d'entraînement réelles avec des données géométriques synthétiques. Pour l'entraînement de la méthode purement synthétique, nous proposons une procédure non-supervisée de filtrage de descripteurs locaux afin de rendre les descripteurs discriminants pour leur pose et leur classe d'objet. Dans le cadre du modèle de parties, l'apparence d'une classe d'objets est apprise d'une manière discriminante à partir d'une base de données annotée et la géométrie en 3D est apprise d'une manière générative à partir d'une base de modèles CAO. Pendant la détection, nous introduisons d'abord une méthode de vote en 3D qui renforce la cohérence géométrique en se servant d'une estimation robuste de la pose. Ensuite, nous décrivons une deuxième méthode d'estimation de pose qui permet d'évaluer la probabilité de constellations de parties détectées en 2D en utilisant une géométrie 3D entière. Les deux méthodes génèrent des détections en 2D ainsi que des estimations approximatives de poses en 3D ; ces estimations approximatives sont ensuite améliorées en se servant d'un alignement de modèles 3D CAO avec des images optiques et des images radar à ouverture synthétique (ROS) ce qui permet de résoudre des ambiguïtés, d'effectuer un filtrage des détections en 2D et de gérer des occultations. L'approche est évaluée sur plusieurs bases d'images de référence et nous montrons qu'elle est capable de fournir des estimations de pose en 3D à partir d'images 2D tout en générant des détections en 2D comparables à l'état de l'art.

Mots-clés : *Vision par ordinateur, détection de classes d'objets, estimation de pose.*

Jamil DRARENI

Directeurs de thèse : Peter Sturm (INRIA Rhône-Alpes) et Sébastien Roy (Université de Montréal).

Exploitation de contraintes photométriques et géométriques en vision. Application au suivi, au calibrage et à la reconstruction

Soutenue le 19 octobre 2010

Laboratoire Jean Kuntzmann, Université de Grenoble et Université de Montréal

Cette thèse s'intéresse à trois problèmes fondamentaux de la vision par ordinateur que sont le suivi vidéo, le calibrage et la reconstruction 3D. Les approches proposées sont strictement basées sur des contraintes photométriques et géométriques présentes dans des images 2D. Le suivi de mouvement se fait généralement dans un flux vidéo et consiste à suivre un objet d'intérêt identifié par l'utilisateur. Nous reprenons une des méthodes les plus robustes à cet effet et l'améliorons de sorte à prendre en charge, en plus de ses translations, les rotations qu'effectue l'objet d'intérêt. Par la suite, nous nous attelons au calibrage de caméras, un autre problème fondamental en vision. Il s'agit là d'estimer des paramètres intrinsèques qui décrivent la projection d'entités 3D dans une image plane. Plus précisément, nous proposons des algorithmes de calibrage plan pour les caméras linéaires (pushbroom) et les vidéo-projecteurs, lesquels étaient, jusque là, calibrés de façon labo-

RÉSUMÉS DE THÈSES

rieuse. Le troisième volet de cette thèse sera consacré à la reconstruction 3D par ombres projetées. à moins de connaissance a priori sur le contenu de la scène, cette technique est intrinsèquement ambiguë. Nous proposons une méthode pour réduire cette ambiguïté en exploitant le fait que les spots de lumière sont souvent visibles dans la caméra.

Mots-clés : Vision par ordinateur, photométrie, reconstruction 3D, calibrage, suivi vidéo, projecteur vidéo.

Innocent SOUOPGUI

Directeurs de thèse : François-Xavier Le Dimet (Université Joseph Fourier) et Emmanuel Kamgnia (Université de Yaoundé 1).

Assimilation d’images pour les fluides géophysiques

Soutenue le 25 octobre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble.

La compréhension et la prévision de l’évolution des fluides géophysiques sont d’une importance capitale et constituent un domaine de recherche scientifique aux enjeux conséquents. Une bonne prévision est basée sur la prise en compte de toutes les informations disponibles sur le système considéré. Ces informations incluent les modèles, les observations et les connaissances a priori. L’assimilation de données permet de les combiner de façon optimale pour déterminer les entrées du modèle. Les dernières décennies ont vu croître en densité et en qualité la couverture satellitaire produisant, entre autres, des séquences d’images montrant l’évolution dynamique de certains phénomènes géophysiques tels que les dépressions et les fronts. Ces séquences d’images sont jusqu’à présent sous-utilisées en assimilation de données. Cette thèse propose une extension de l’assimilation variationnelle de données aux observations de type séquence d’images. Après avoir présenté les images, leur utilisation actuelle et ses limites, nous introduisons les notions de niveau d’interprétation, d’espaces et d’opérateur image. Ces notions sont utilisées pour formuler l’assimilation directe de séquences d’images. Nous proposons également une nouvelle approche de régularisation par diffusion généralisée pour les problèmes inverses. Les résultats préliminaires en traitement d’images et en assimilation directe de séquence d’images montrent une méthode prometteuse qui résout la plupart des problèmes rencontrés avec les approches classiques de régularisation.

Mots-clés : Assimilation de données, assimilation d’images, fluide géophysique, régularisation.

Pauline KLEIN

Directeurs de thèse : Xavier Antoine (Institut National Polytechnique de Lorraine) et Christophe Besse (Université Lille 1).

Construction et analyse de conditions aux limites artificielles pour des équations de Schrödinger avec potentiels et non linéarités

Soutenue le 3 novembre 2010, Université Henri Poincaré, Nancy

La résolution numérique de l’équation de Schrödinger en domaine extérieur nécessite l’utilisation de conditions aux limites appropriées sur la frontière du domaine de calcul. Les conditions aux limites à utiliser sont directement reliées à la fonction de potentiel

RÉSUMÉS DE THÈSES

intervenant dans l'équation. Pour l'équation à potentiel nul, la condition aux limites exacte est connue, ainsi que des méthodes efficaces de discrétisation et d'implémentation numérique. L'objectif de cette thèse est d'étendre les méthodes mises en jeu dans le cas d'un potentiel aussi général que possible, à l'image des situations physiques variées faisant intervenir un potentiel, linéaire ou non linéaire.

Nous prenons le parti de renoncer à établir des conditions aux limites exactes, au profit d'une plus grande généralité de la méthode et d'une bonne adaptation à une implémentation numérique. La seule restriction du cadre de travail est de considérer un potentiel répulsif, de sorte que la solution soit sortante. Nous proposons alors une recherche détaillée de méthodes permettant de prendre en compte le potentiel dans une condition aux limites artificielle. Les cinq chapitres de la thèse correspondent à l'élaboration de familles de conditions aux limites artificielles (CLA) pour l'équation en dimension un ou deux avec potentiel linéaire ou non linéaire, ainsi que pour le problème stationnaire en dimension une. Nous aboutissons à plusieurs familles de CLA approchées tenant compte d'un potentiel, sans distinction selon ses propriétés mathématiques.

La construction de ces CLA repose sur l'analyse microlocale et les règles du calcul symbolique associé aux opérateurs pseudodifférentiels. En particulier, les opérateurs mis en jeu dans ces conditions sont des opérateurs pseudodifférentiels fractionnaires, ayant une structure de convolution, non locaux en temps (en 1D) et également en espace (en 2D). L'équation intérieure est discrétisée en temps par un schéma de Crank-Nicolson, et en espace à l'aide d'éléments finis linéaires. Quant aux conditions aux limites approchées, elles sont discrétisées soit à l'aide de convolutions discrètes, soit par l'intermédiaire d'approximants de Padé permettant de localiser les opérateurs. L'analyse mathématique des conditions construites dans cette thèse permet de démontrer des estimations a priori pour certaines familles de conditions aux limites, sur le plan continu et sur le plan semi-discret. Dans chaque partie, de nombreuses simulations numériques sont effectuées afin de tester l'efficacité des conditions aux limites proposées.

Hedlena BEZERRA

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

Le rendu expressif assisté par l'ordinateur

Soutenue le 5 novembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

L'édition, la création, et le design digital mènent la flexibilité des ordinateurs vers l'acte de création. La quasi-absence de conséquences par l'expérimentation peut être à la fois une bonne et une mauvaise chose. Bien que la flexibilité des ordinateurs encourage l'exploration d'idées artistiques, elle peut également la freiner, en proposant trop d'options mal-adaptées. Un grand défi pour le développement des logiciels graphiques aujourd'hui est de tirer parti de la flexibilité sans précédent des ordinateurs, tout en offrant à l'utilisateur le niveau de contrôle adapté à ses besoins. La difficulté quand on développe un tel système est fortement influencée par l'attente que l'utilisateur place dans le travail effectué par l'ordinateur. L'ordinateur étant considéré comme un assistant dans le processus de création, on attend de lui qu'il soit 'assez intelligent' pour mériter ce rang. Habituellement, nous n'acceptons pas bien quand le résultat d'une telle assistance n'est

RÉSUMÉS DE THÈSES

pas satisfaisant. Cependant, le niveau d'attente et, par conséquent, de satisfaction, varie en fonction de l'utilisateur. Les utilisateurs novices ont tendance à être moins exigeants et sont satisfaits quand ils peuvent créer des résultats intéressants avec peu d'intervention humaine. Les utilisateurs professionnels, d'un autre côté, ont des besoins différents. Ils recherchent des logiciels assez performants pour automatiser leurs tâches, mais qui leur laissent assez de contrôle sur le résultat obtenu. Pour cette catégorie d'utilisateurs, plus l'impact du logiciel sur le résultat est important, plus ils veulent avoir le contrôle sur la façon dont est obtenu ce résultat. Dans cette thèse, nous démontrons que l'ordinateur peut être un assistant précieux dans le processus de création visuelle du moment que des systèmes d'interaction adaptés existent. L'adaptation est donc un aspect important car, à différents niveaux, les utilisateurs veulent pouvoir contrôler le résultat afin d'exprimer leur style et leur créativité. La thèse présente deux scénarios différents qui démontrent que la contrôlabilité joue un rôle majeur dans l'expressivité : une technique temps-réel pour grouper des scènes 3d dynamiques pour obtenir automatiquement un résultat sur lequel on peut facilement appliquer un style de rendu arbitraire ; et plusieurs dérivées d'une primitive de dessin vectoriel appelée Diffusion Curves qui contraignent et contrôlent la création de dégradés de couleurs complexes. La thèse propose, d'un côté, des représentations mathématiques et algorithmiques adaptées avec différents niveaux de contrôle sur les algorithmes de rendu expressif qui manipulent des scènes bi et tridimensionnelles ; et, d'un autre côté, de traduire ces outils en interface intuitive pour l'utilisateur.

Mots-clés : Rendu expressif, outils de dessin, stylisation, informatique graphique, rendu non photoréaliste.

Cédric DOUCET

Directrice de thèse : Isabelle Charpentier (CNRS, Metz).

Hierarchies d'éléments finis mixtes pour les maillages hybrides maintenus conformes par des pyramides quadrangulaires et solution des systèmes d'équations linéaires creux pour l'approximation quasi-stationnaire en électromagnétisme

Soutenue le 8 novembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Ce travail de thèse contribue à l'amélioration de différents aspects de l'approximation par éléments finis mixtes des champs électromagnétiques stationnaires et quasi-stationnaires. Il s'inscrit dans le cadre du développement d'un logiciel commercial de simulation numérique nommé FLUX. En vue de l'implémentation de la version p de la méthode des éléments finis, nous établissons une caractérisation algébrique de la propriété de hiérarchie que nous exploitons pour concevoir des familles hiérarchiques d'éléments finis mixtes analogues à celles de Nédélec. Une extension des formes différentielles élémentaires de Whitney aux cellules prismatiques et pyramidales est ensuite déduite de correspondances canoniques entre la topologie algébrique des complexes polyédriques finis et l'algèbre extérieure de Grassmann. Une famille d'éléments finis continus d'ordre arbitrairement élevé est également proposée pour les pyramides quadrangulaires. Enfin, les performances de deux stratégies de résolution des systèmes creux d'équations linéaires sont évaluées sur des

RÉSUMÉS DE THÈSES

problèmes d'électromagnétisme bidimensionnels et tridimensionnels issus de l'industrie. La première prétraite les systèmes par un préconditionneur diagonal et un algorithme de dissections emboîtées puis calcule les solutions avec une version supernodale du processus d'élimination de Gauss, optimisée pour la réutilisation des mémoires caches des calculateurs. La seconde est une stratégie de préconditionnement double pour les méthodes de Krylov. Elle combine un algorithme d'équilibrage diagonal avec des techniques de factorisation LU incomplète.

Mots-clés : *Electromagnétisme, éléments finis mixtes, éléments de Whitney, maillages hybrides, factorisation LU creuse, méthodes de Krylov préconditionnées.*

Jonathan CHETBOUN

Directeur de thèse : Grégoire Allaire (CMAP - École Polytechnique).

Gradient topologique pour le contrôle de l'écoulement dans une manche à air coudée

Soutenue le 19 novembre 2010

CMAP - École Polytechnique & Dassault Aviation

L'objet de cette thèse est le développement de méthodes de contrôle et d'optimisation automatiques pour les écoulements décollés. L'application visée concerne les écoulements de manches à air coudées pour les drones furtifs. Une méthode de dérivée topologique, traditionnellement utilisée pour l'optimisation de formes en mécanique des structures, est ici utilisée pour la création de dispositifs de contrôle, appelés générateurs de vortex mécaniques, dans un écoulement de référence. Le dimensionnement de ces derniers est quant à lui réalisé à l'aide d'une méthode classique de gradient, basée sur le calcul d'un état adjoint. Les simulations numériques présentées concernent le contrôle de l'écoulement à l'intérieur de manches à air coudées de formes industrielles. La simulation des décollements pouvant requérir l'utilisation de modélisations instationnaires, l'extension des méthodes proposées à ce cadre est également discutée.

Adeline PIHUIT

Directeurs de thèse : Marie-Paule Cani (Grenoble INP) et Olivier Palombi (Université Joseph Fourier).

Croquis interactifs pour l'enseignement de l'anatomie

Soutenue le 19 novembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Depuis quelques années, les technologies numériques sont fréquemment utilisées par les enseignants : CD-Rom, DVD interactifs ou encore logiciels de simulation 3D offrent de nouvelles ressources, de nouveaux points de vue sur un enseignement traditionnel qui s'était peu à peu standardisé. Les anatomistes ne sont pas en reste et exploitent eux aussi ces nouveaux supports multimédia. Parallèlement, la médecine voit progresser les techniques d'imagerie médicale. Les données obtenues, issues du vivant, sont de plus

RÉSUMÉS DE THÈSES

en plus exploitées par les enseignants souhaitant apporter à leurs cours l'aspect réaliste que n'offrent pas les croquis anatomiques réalisés manuellement au tableau : ces croquis, d'une qualité pédagogique indiscutable, sont ainsi peu à peu délaissés. L'objectif de cette thèse est de proposer aux anatomistes un nouvel outil de modélisation 3D de structures organiques exploitant à la fois leur savoir faire traditionnel du croquis anatomique 2D et les avantages des nouvelles technologies 3D. Dans ce contexte, nous avons ainsi été amenés à explorer le domaine de la modélisation 3D par croquis 2D selon trois approches complémentaires : une approche par modélisation incrémentale à partir de croquis 2D selon différents points de vue, une approche par modélisation à partir d'un ensemble de plans de coupe, telles des images IRM, et une approche par modélisation à partir d'un seul croquis représentant un unique point de vue sur un ensemble de structures imbriquées et non planes, tels des vaisseaux sanguins. L'association de ces trois approches a pour but d'offrir aux anatomistes un nouvel outil d'enseignement adapté à la spécificité de chacune des structures anatomiques.

Mots-clés : Enseignement, schémas anatomiques, croquis interactifs, modélisation 3D.

Julie DIGNE

Directeur de thèse : Jean-Michel Morel (CMLA, ENS Cachan).

Géométrie Inverse : du nuage de points brut à la surface 3D - Théorie et Algorithmes

Soutenue le 23 novembre 2010, CMLA, ENS Cachan

De nombreux scanners laser permettent d'obtenir la surface 3D à partir d'un objet. Néanmoins, la surface reconstruite est souvent lisse, ce qui est dû au débruitage interne du scanner et aux décalages entre les scans.

Cette thèse utilise des scans haute précision et choisit de ne pas perdre ni altérer les échantillons initiaux au cours du traitement afin de les visualiser. C'est en effet la seule façon de découvrir les imperfections (trous, décalages de scans). De plus, comme les données haute précision capturent même le plus léger détail, tout débruitage ou sous-échantillonnage peut amener à perdre ces détails.

La thèse s'attache à prouver que l'on peut trianguler le nuage de point initial en ne perdant presque aucun échantillon. Le problème de la visualisation exacte sur des données de plus de 35 millions de points et de 300 scans différents est ainsi résolu. Deux problèmes majeurs sont traités : le premier est l'orientation du nuage de point brut complet et la création d'un maillage. Le second est la correction des petits décalages entre les scans qui peuvent créer un très fort aliasing et compromettre la visualisation de la surface.

Le second développement de la thèse est une décomposition des nuages de points en hautes/basses fréquences. Ainsi, des méthodes classiques pour l'analyse d'image, l'arbre des ensembles de niveau et la représentation MSER, sont étendues aux maillages, ce qui donne une méthode intrinsèque de segmentation de maillages.

Une analyse mathématiques d'opérateurs différentiels discrets, proposés dans la littérature et opérant sur des nuages de points est réalisée. En considérant les développements asymptotiques de ces opérateurs sur une surface régulière, ces opérateurs peuvent être classifiés. Cette analyse amène au développement d'un opérateur discret consistant avec le mouvement par courbure moyenne (l'équation de la chaleur intrinsèque) définissant ainsi un

RÉSUMÉS DE THÈSES

espace-échelle numérique simple et remarquablement robuste. Cet espace-échelle permet de résoudre de manière unifiée tous les problèmes mentionnés auparavant (orientation et triangulation du nuage de points, fusion de scans, segmentation de maillages) qui sont ordinairement traités avec des techniques distinctes.

Robin GENUER

Directeur de thèse : Jean-Michel Poggi (Laboratoire de Mathématiques d’Orsay, Université Paris-Sud).

Forêts aléatoires : aspects théoriques, sélection de variables et applications

Soutenue le 24 novembre 2010, MAP5

Cette thèse s’inscrit dans le cadre de l’apprentissage statistique et est consacrée à l’étude de la méthode des forêts aléatoires, introduite par Breiman en 2001. Les forêts aléatoires sont une méthode statistique non paramétrique, qui s’avère être très performante dans de nombreuses applications, aussi bien pour des problèmes de régression que de classification supervisée. Elles présentent également un bon comportement sur des données de très grande dimension, pour lesquelles le nombre de variables dépasse largement le nombre d’observations. Dans une première partie, nous développons une procédure de sélection de variables, basée sur l’indice d’importance des variables calculé par les forêts aléatoires. Cet indice d’importance permet de distinguer les variables pertinentes des variables inutiles. La procédure consiste alors à sélectionner automatiquement un sous-ensemble de variables dans un but d’interprétation ou de prédiction. La deuxième partie illustre la capacité de cette procédure de sélection de variables à être performante pour des problèmes très différents. La première application est un problème de classification en très grande dimension sur des données de neuroimagerie, alors que la seconde traite des données génomiques qui constituent un problème de régression en plus petite dimension. Une dernière partie, théorique, établit des bornes de risque pour une version simplifiée des forêts aléatoires. Dans un contexte de régression, avec une seule variable explicative, nous montrons d’une part que les estimateurs associés à un arbre et à une forêt atteignent tous deux la vitesse minimax de convergence, et d’autre part que la forêt apporte une amélioration en réduisant la variance de l’estimateur d’un facteur de trois quarts.

Julie JOIE

Directeurs de thèse : Roland Becker, Daniela Capatina et Didier Graebbling (Université de Pau et des Pays de l’Adour).

Simulation numérique des écoulements de liquides polymères

Soutenue le 25 novembre 2010

Université de Pau et des Pays de l’Adour

Il existe peu de codes commerciaux pour la simulation numérique des écoulements de liquides polymères. Les difficultés proviennent des propriétés intrinsèques des polymères,

RÉSUMÉS DE THÈSES

qui sont des fluides viscoélastiques non-newtoniens. Ceci implique un couplage entre la viscoélasticité du liquide et l'écoulement, couplage quantifié par le nombre de Weissenberg. Au niveau numérique, la source du problème est la perte de convergence des algorithmes lorsque ce nombre devient trop élevé. Cette thèse porte sur le développement de schémas numériques robustes pour la simulation de ces écoulements en considérant principalement le modèle de Giesekus.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés au problème de Stokes et nous avons fait l'étude d'une méthode de Galerkin discontinue moins coûteuse et plus robuste que la méthode 'Interior Penalty' classique. Nous avons fait une analyse a priori et a posteriori et nous avons mis en évidence les relations entre cette méthode dG et les éléments finis non-conformes. Les résultats théoriques obtenus ont été validés numériquement.

Par la suite, nous avons considéré le modèle à trois champs de Giesekus. La vitesse et la pression sont approchées par éléments finis non-conformes tandis que l'équation constitutive est traitée à l'aide d'éléments finis discontinus et d'un schéma décentré de type Lesaint-Raviart. L'analyse de ces schémas dans le cas quadrangulaire et triangulaire a été faite pour le problème de Stokes sous-jacent. Ces schémas ont ensuite été implémentés dans la librairie C++ Concha. Nous avons effectué des comparaisons avec des données expérimentales mettant en évidence le bon comportement du modèle de Giesekus mais aussi avec le code commercial Polyflow et une solution semi-analytique afin de valider nos schémas numériques. Nous avons obtenu des simulations réalistes pour des nombres de Weissenberg élevés sur des cas-tests populaires : écoulement autour d'un cylindre, contractions 4 :1 et 4 :1 :4.

Mots-clés : Modèle de Giesekus, équations de Stokes, méthodes de Galerkin discontinues, éléments finis non-conformes, analyse d'erreur a priori et a posteriori.

Marie BEAUDOUIN

Directeurs de thèse : Monique Dauge (IRMAR) et Erwan Faou (INRIA).

Analyse modale pour les coques minces en révolution

Soutenue le 29 novembre 2010, IRMAR, Université de Rennes 1

Le sujet de cette thèse est l'étude du spectre de l'opérateur de Koiter pour des coques minces en fonction de leur épaisseur. On se restreint au cas de coques minces axisymétriques et encastrées.

L'opérateur de Koiter se décompose en un opérateur de membrane indépendant de l'épaisseur et un opérateur de flexion. Le spectre de l'opérateur de Koiter est discret alors que celui de la membrane contient du spectre essentiel. En utilisant la symétrie axiale du problème, on décompose les opérateurs en fonction de la fréquence angulaire k . Dans une démarche constructive, on cherche les solutions du problème aux valeurs propres comme séries formelles en puissances inverses de k . On obtient alors un théorème de réduction formelle général ramenant le problème à l'étude d'un problème scalaire. On s'intéresse ensuite au cas d'une coque cylindrique et on exhibe une famille de quasimodes correspondant aux plus petites valeurs propres.

Lorsque l'on rajoute l'opérateur de flexion, on sélectionne alors un mode k dépendant de l'épaisseur et il apparaît des couches limites. On exhibe également des quasimodes dans ce régime. Des simulations numériques à l'aide de la librairie d'éléments finis Melina pour

RÉSUMÉS DE THÈSES

l'opérateur de membrane et pour le modèle sous-jacent de Lamé ont justifié nos résultats théoriques.

Adrien RICHOU

Directeurs de thèse : Philippe Briand (Université de Savoie) et Ying Hu (IRMAR).

Etude théorique et numérique des équations différentielles stochastiques rétrogrades

Soutenue le 30 novembre 2010, IRMAR, Université de Rennes 1

Dans un premier temps, nous étudions une nouvelle classe d'équations différentielles stochastiques rétrogrades (notées EDSRs) qui sont reliées à des conditions de Neumann semi-linéaires relatives à des phénomènes ergodiques. La particularité de ces problèmes est que la constante ergodique apparaît dans la condition au bord. Nous étudions l'existence et l'unicité de solutions pour de telles EDSRs ergodiques ainsi que le lien avec les équations aux dérivées partielles et nous appliquons ces résultats à des problèmes de contrôle ergodique optimal. Dans une deuxième partie nous généralisons des travaux de P. Briand et Y. Hu publiés en 2008. Ces derniers ont prouvé un résultat d'unicité pour les solutions d'EDSRs quadratiques de générateur convexe et de condition terminale non bornée ayant tous leurs moments exponentiels finis. Nous prouvons que ce résultat d'unicité reste vrai pour des solutions qui admettent uniquement certains moments exponentiels finis, ces moments étant reliés de manière naturelle à ceux présents dans le théorème d'existence. Nous améliorons aussi la formule de Feynman-Kac non linéaire prouvée par P. Briand et Y. Hu. Enfin, nous nous intéressons à la résolution numérique d'EDSRs quadratiques markoviennes dont la condition terminale est bornée. Nous estimons dans un premier temps des bornes déterministes sur le processus Z . Nous donnons ensuite un nouveau schéma de discrétisation en temps dont la particularité est que la grille de discrétisation est non uniforme. Enfin nous obtenons une vitesse de convergence pour ce schéma. Par ailleurs, quelques simulations numériques permettent d'étudier l'efficacité de notre nouveau schéma dans un cadre pratique.

Kiran VARANASI

Directeur de thèse : Edmond Boyer (INRIA Rhône-Alpes).

Modélisation spatio-temporelle des scènes dynamiques 3D à partir des données visuelles

Soutenue le 2 décembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Cette thèse s'attaque au problème de la modélisation de formes dynamiques à partir d'un système multi-camera déployé autour d'une scène. On ne suppose aucune restriction a priori sur les caractéristiques de la scène – sur le type ou le nombre d'acteurs dans la scène ou sur le type d'interactions entre ces acteurs. On applique des algorithmes de reconstruction de surface indépendamment pour chaque instant en utilisant des silhouettes

RÉSUMÉS DE THÈSES

et des outils de stéréovision multivue. On obtient une séquence de maillages en 3D qui ne sont pas consistants entre eux ; ni en topologies ni en géométries. Cette thèse apporte deux contributions pour l'obtention d'un modèle cohérent (dans le temps et l'espace) d'une scène dynamique capturée par un tel système : (1) calculer une segmentation de cette séquence de maillages qui est cohérente dans le temps – on trouve des composants de la forme qui se déplacent rigidement dans le temps (2) obtenir les trajectoires denses des points sur la surface, en utilisant un système d'évolution de maillages qui résout le problème des incompatibilités topologique et géométrique.

Mots-clés : Correspondance, déformation des surfaces non rigides, vision par ordinateur, synthèse d'images, suivi des points 3D, segmentation des scènes dynamiques.

Xavier BONNEFOND

Directeur de thèse : Pierre Maréchal (IMT).

Contributions à la tomographie thermoacoustique. Modélisation et inversion

Soutenue le 3 décembre 2010, Institut de Mathématiques de Toulouse

La Tomographie ThermoAcoustique (TTA) est une nouvelle technique d'imagerie médicale où un corps exposé à une impulsion électromagnétique génère une onde de pression acoustique mesurée autour de celui-ci. Le modèle établi pour la TTA conduit à la résolution d'un problème inverse : étant connue la solution d'une équation des ondes sur une hypersurface, il s'agit de reconstruire sa condition initiale. Malgré l'existence de formules d'inversion explicites, aucune procédure d'inversion rapide, stable et valable en situation clinique n'existe à ce jour.

Outre l'établissement d'une synthèse des travaux existants, l'objet de ce travail a été, dans un premier temps, d'élaborer une approche variationnelle pour le problème de la TTA. Nous avons considéré la régularisation par mollification, où l'objet à reconstruire est remplacé par une version à résolution limitée de celui-ci, tandis que les données sont traitées pour plus de cohérence. Sa mise en œuvre pratique a été étudiée, et aboutit à une procédure d'inversion efficace. De plus, une stratégie de sélection de paramètre de régularisation utilisant les méthodes de Krylov, et valable pour les régularisations de type Tikhonov, est proposée.

Dans un deuxième temps, le modèle usuel de la TTA a été remis en question afin de prendre en compte l'atténuation subie en pratique par l'onde mesurée. On propose plusieurs équations des ondes atténuées gardant une vitesse de propagation du front d'onde finie.

Cette modification du modèle de la TTA nous a conduit à tester la méthode du Back and Forth Nudging (BFN). Cette dernière, issue du champ de l'assimilation de données, consiste à introduire un rappel aux données newtonien dans l'équation des ondes du modèle, puis à alterner des résolutions en temps direct et rétrograde de celle-ci. La convergence de la méthode est démontrée dans un cas idéal, mais le procédé offre d'excellents résultats en situation de données incomplètes, ainsi qu'après introduction de l'atténuation dans le modèle.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Laetitia CARBALLAL PERDIZ

Directeurs de thèse : Pierre Degond (IMT) et Raphaël Loubère (IMT).

Etude d’une méthodologie multiéchelles appliquée à différents problèmes en milieu continu et discret

Soutenue le 3 décembre 2010, Institut de Mathématiques de Toulouse

Dans cette thèse, nous nous intéressons à des problèmes multiéchelles, c’est-à-dire présentant des échelles très fines dont les effets ont un impact non négligeable. La résolution mathématique est souvent très difficile et une résolution numérique précise nécessite des discrétisations coûteuses en temps et en mémoire. Notre objectif est la mise en place d’une méthodologie multiéchelles générale fondée sur la méthode des éléments finis multiéchelles (MsFEM). Cette méthodologie est le socle de cette thèse. Elle est testée et validée pour des problèmes multiéchelles représentatifs de situations réelles dans divers contextes (en milieu continu et discret) : mécanique des solides, mécanique des fluides, électrocinétique et modélisation de réseau de distribution. Nous validons d’abord numériquement différentes variantes de MsFEM sur le cas d’une fissure. Nous vérifions ensuite l’efficacité de la méthodologie dans un contexte de simulation en temps réel de propagation de polluant en milieu urbain, en développant de nouvelles techniques d’améliorations de MsFEM et en la couplant avec une méthode de pénalisation. Nous développons aussi des méthodes, issues de la méthodologie, pour des milieux discrets à grand nombre d’inconnues : un réseau électrique et un réseau de distribution de biens. Ce dernier nécessite un travail de modélisation. Nous montrons ainsi la pertinence de la méthodologie multiéchelles.

Antoine GERBAUD

Directeurs de thèse : Didier Piau et Bernard Ycart (Université Joseph Fourier).

Modélisation de réseaux d’interactions par des graphes aléatoires

Soutenue le 3 décembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Les réseaux d’interactions sont formellement représentés par des graphes. De très nombreux modèles de graphes aléatoires ont été étudiés dans la littérature, souvent de manière heuristique. Après les avoir passés en revue, nous en introduisons deux nouveaux : le modèle à attachement connexe et le modèle à seuil. Chacun engendre une suite aléatoire croissante de graphes et est suffisamment général pour englober plusieurs modèles de la littérature comme cas particuliers. Les graphes du modèle à attachement connexe possèdent une composante connexe non triviale unique. Nous démontrons d’abord des résultats portant sur le nombre et la proportion de sommets isolés. Puis dans un cas particulier, le modèle du marcheur à un pas, nous conjecturons que pour chaque sommet u , presque sûrement, l’un des deux événements disjoints suivants est réalisé, chacun avec probabilité non nulle : soit u est de degré borné, soit la proportion des sommets du graphe voisins de u converge vers une variable aléatoire non nulle. Nous nous intéressons ensuite à l’asymptotique du degré moyen d’un sommet pour les graphes engendrés par le modèle à

RÉSUMÉS DE THÈSES

seuil. Cela motive l'introduction de chaînes de Markov particulières pour lesquelles nous donnons des conditions de récurrence et de transience.

Mots-clés : Graphes aléatoires, réseaux d'interactions, probabilités combinatoires, chaînes de Markov à espace d'états général, équation aux différences stochastique, grandes déviations.

Nadir MAAROUFI

Directeur de thèse : Olivier Goubet (Université de Picardie Jules Verne, CNRS UMR 6140).

Quelques propriétés ergodiques de l'attracteur donné par le système dynamique relatif à l'équation de Ginzburg Landau complexe cubique sur un domaine non borné

Soutenue le 6 décembre 2010, Université de Picardie Jules Verne, CNRS UMR 6140

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à quelques propriétés ergodiques de l'attracteur global donné par le système dynamique en dimension infinie relatif à l'équation de Ginzburg Landau complexe cubique sur un domaine non borné.

Cette étude a été conduite avec succès par P. Collet et J. P. Eckmann dans le cadre L1. Dans le même esprit, nous avons réussi à obtenir une estimation de l'entropie par unité de longueur, de la dimension fractale par unité de longueur et de l'entropie topologique par unité de longueur de cet attracteur dans différents cadres hilbertiens.

Jean-Marie MIREBEAU

Directeur de thèse : Albert Cohen (Laboratoire Jacques-Louis Lions).

Approximation adaptative et anisotrope par éléments finis : Théorie et algorithmes

Soutenue le 6 décembre 2010, Laboratoire Jacques-Louis Lions

L'adaptation de maillage pour l'approximation des fonctions par éléments finis permet d'adapter localement la résolution en la raffinant dans les lieux de variations rapides de la fonction. Cette méthode intervient dans de nombreux domaines du calcul scientifique. L'utilisation de triangles anisotropes permet d'améliorer l'efficacité du maillage en introduisant des triangles longs et fins épousant notamment les directions des courbes de discontinuité.

Etant donnée une norme X d'intérêt et une fonction f à approcher, nous formulons le problème de l'adaptation optimale de maillage, comme la minimisation de l'erreur d'approximation par éléments finis de degré k donné, parmi toutes les triangulations de cardinalité donnée N du domaine de définition de f . Nous notons $e_N(f)_X$ l'erreur minimale d'approximation, et nous étudions ce problème sous l'angle des quatre questions ci-dessous :

RÉSUMÉS DE THÈSES

1. Comment l'erreur d'approximation $e_N(f)_X$ se comporte-t-elle dans le régime asymptotique où le nombre N de triangles tend vers l'infini, lorsque f est une fonction suffisamment régulière ?
2. Quelles classes de fonctions gouvernent la vitesse de décroissance de $e_N(f)_X$ lorsque N augmente, et sont en ce sens naturellement liées au problème d'adaptation optimale de maillage ?
3. Ce problème d'optimisation, qui porte sur les triangulations \mathcal{T} de cardinalité donnée N , peut-il être remplacé par un problème équivalent mais plus accessible et portant sur un objet continu ?
4. Est-il possible de construire une suite quasi-optimale de triangulations $(\mathcal{T}_N)_{N \geq 0}$, où $\#(\mathcal{T}_N) = N$, en utilisant une procédure hiérarchique de raffinement ?

Mots-clés : *Éléments finis anisotropes, maillages adaptatifs, interpolation, approximation non linéaire.*

Amna DABAA

Directeur de thèse : Olivier Goubet (Université de Picardie Jules Verne, CNRS UMR 6140).

Comportement asymptotique des solutions d'un système de Schrödinger-Poisson en dimension trois d'espace

Soutenue le 8 décembre 2010

Université de Picardie Jules Verne, CNRS UMR 6140

Nous étudions le comportement pour les grands temps des solutions de l'équation de Schrödinger-Poisson, appelée aussi équation de Hartree, avec un terme de force extérieure supplémentaire et un terme de dissipation d'ordre zéro.

Nous démontrons dans deux cadres différents que la dynamique de l'équation est régie par un attracteur global et compact dans l'espace des phases.

Nous établissons aussi que cet attracteur est de dimension de Hausdorff finie.

Jordan NININ

Directeur de thèse : Frédéric Messine (IRIT, Institut National Polytechnique de Toulouse).

Optimisation Globale Basée sur l'Analyse d'Intervalles : Relaxation Affine et Limitation de la Mémoire

Soutenue le 8 décembre 2010, Institut National Polytechnique de Toulouse

Depuis une vingtaine d'années, la résolution de problèmes d'optimisation globale non convexes avec contraintes a connu un formidable essor. Les algorithmes de branch and

RÉSUMÉS DE THÈSES

bound par intervalles ont su trouver leur place, car ils ont l'avantage de prouver l'optimalité de la solution de façon déterministe, avec un niveau de certitude pouvant aller jusqu'à la précision machine. Cependant, la complexité exponentielle en temps et en mémoire de ces algorithmes induit une limite intrinsèque, c'est pourquoi il est toujours nécessaire d'améliorer les techniques actuelles.

Dans cette thèse, nous avons développé de nouvelles arithmétiques basées sur l'arithmétique d'intervalles et l'arithmétique affine, afin de calculer des minorants et des majorants de meilleure qualité de fonctions explicites sur un intervalle.

Nous avons ensuite développé une nouvelle méthode automatique de construction de relaxations linéaires. Cette construction est basée sur l'arithmétique affine et procède par surcharge des opérateurs. Les programmes linéaires ainsi générés ont exactement le même nombre de variables et de contraintes d'inégalité que les problèmes originaux, les contraintes d'égalité étant remplacées par deux inégalités. Cette nouvelle procédure permet de calculer des minorants fiables et des certificats d'infaisabilité pour chaque sous-domaine à chaque itération de notre algorithme de branch and bound par intervalles. De nombreux tests numériques issus du site COCONUT viennent confirmer l'efficacité de cette approche.

Un autre aspect de cette thèse a été l'étude d'une extension de ce type d'algorithmes en introduisant une limite sur la mémoire disponible. L'idée principale de cette approche est de proposer un processus inverse de l'optimisation par le biais d'un principe métaheuristique : plutôt que d'améliorer des solutions locales à l'aide de métaheuristiques telles que les algorithmes Taboo ou VNS, nous partons d'une méthode exacte et nous la modifions en une heuristique. De cette façon, la qualité de la solution trouvée peut être évaluée.

Enfin, pour finir l'étude, nous avons appliqué notre algorithme à la résolution de problème en géométrie plane, ainsi qu'à la résolution d'un problème de dimensionnement de moteur électrique. Les résultats obtenus ont permis de confirmer l'intérêt de ce type d'algorithme, en résolvant des problèmes ouverts sur les polygones convexes et proposant des structures innovantes en génie électrique.

Mélanie CORNILLAC

Directrice de thèse : Stefanie Hahmann (Grenoble INP).

Morphing multirésolution de courbes

Soutenue le 9 décembre 2010, Lab. Jean Kuntzmann et Univ. de Grenoble

Le morphing (ou métamorphose) est la transformation progressive et lisse d'un modèle en un autre par interpolation. Ce modèle peut être en dimension 2 une image ou une courbe, ou en 3D une surface ou un volume. Le problème est de créer une transition entre deux formes qui soit esthétique et intuitive. Les formes intermédiaires doivent préserver l'apparence et les propriétés des formes en entrée. Le processus de morphing se décompose en deux problèmes : le problème du couplage des sommets (trouver une correspondance entre les caractéristiques géométriques des objets source et destination) et le problème de la trajectoire des sommets (trouver la trajectoire suivie par deux éléments correspondants au cours de la métamorphose). Ces deux problèmes suscitent toujours beaucoup d'intérêt en recherche, puisqu'il n'existe pas à ce jour de définition formelle d'une solution satisfaisante. Dans cette thèse, nous nous intéressons au problème de la trajectoire des

RÉSUMÉS DE THÈSES

sommets au cours du morphing. Nous présentons un nouvel algorithme de morphing de courbes utilisant une décomposition multirésolution intrinsèque que nous introduisons. Cette nouvelle représentation multirésolution est basée sur des quantités intrinsèques des courbes polygonales, les longueurs et angles. Elle présente l'avantage que l'orientation des détails suit naturellement n'importe quelle déformation. Le principe du morphing multirésolution est d'interpoler séparément les coefficients grossiers et ceux de détails issus de la décomposition multirésolution. Les polygones intermédiaires se comportent naturellement et leur distorsion est minimale grâce à la représentation multirésolution intrinsèque que nous avons développée. Nous montrons au travers de nombreux exemples la robustesse de notre algorithme sur des polygones de grande taille comportant de nombreux détails. Nous déclinons notre morphing MR pour les courbes planaires, puis pour les courbes de l'espace.

Mots-clés : Modélisation géométrique, courbes, analyse multirésolution, morphing, interpolation, représentation intrinsèque.

Bruno GALERNE

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

Modèles d'image aléatoires et synthèse de texture

Soutenue le 9 décembre 2010, CMLA, ENS Cachan

Cette thèse est une étude de modèles d'image aléatoires avec des applications en synthèse de texture. La plupart des modèles de champs aléatoires étudiés sont des modèles germes-grains.

Dans la première partie de la thèse, des algorithmes de synthèse de texture basés sur le modèle shot noise sont développés. Dans le cadre discret, deux processus aléatoires, à savoir le shot noise discret asymptotique et le bruit à phase aléatoire, sont étudiés. On élabore ensuite un algorithme rapide de synthèse de texture basé sur ces processus. De nombreuses expériences démontrent que cet algorithme permet de reproduire une certaine classe de textures naturelles que l'on nomme micro-textures. Dans le cadre continu, la convergence gaussienne des modèles shot noise est étudiée davantage et de nouvelles bornes pour la vitesse de cette convergence sont établies. Enfin, on présente un nouvel algorithme de synthèse de texture procédurale par l'exemple basé sur le récent modèle Gabor noise. Cet algorithme permet de calculer automatiquement un modèle procédural représentant des micro-textures naturelles.

La deuxième partie de la thèse est consacrée à l'étude du processus feuilles mortes transparentes (FMT), un nouveau modèle germes-grains obtenu en superposant des objets semi-transparentes. Le résultat principal de cette partie montre que, lorsque la transparence des objets varie, le processus FMT fournit une famille de modèles variant du modèle feuilles mortes à un champ gaussien.

Dans la troisième partie de la thèse, les champs aléatoires à variation bornés sont étudiés et on établit des résultats généraux sur le calcul de la variation totale moyenne de ces champs. En particulier, ces résultats généraux permettent de calculer le périmètre moyen des ensembles aléatoires et de calculer explicitement la variation totale moyenne des modèles germes-grains classiques.

Nicolas ROUGERIE

Directeurs de thèse : Xavier Blanc (Laboratoire Jacques-Louis Lions) et Sylvia Serfaty (Laboratoire Jacques-Louis Lions).

La Théorie de Gross-Pitaevskii pour un condensat de Bose-Einstein en rotation : vortex et transitions de phase

Soutenue le 9 décembre 2010, Laboratoire Jacques-Louis Lions

Lorsqu'un gaz de bosons est suffisamment refroidi, une transition de phase apparaît : toutes les particules se concentrent dans le même état d'énergie. On appelle l'objet résultant de ce phénomène un condensat de Bose-Einstein. On peut le décrire par une fonction d'onde macroscopique, minimisant, à l'équilibre, la fonctionnelle d'énergie de Gross-Pitaevskii. Une des propriétés remarquables des condensats est leur superfluidité. Elle peut se manifester par l'apparition de vortex (tourbillons) dans un condensat mis en rotation.

Dans cette thèse nous étudions le comportement asymptotique des minimiseurs de la fonctionnelle de Gross-Pitaevskii bi-dimensionnelle et des énergies associées dans différents régimes de paramètres rendant compte de situations physiquement intéressantes. Nous cherchons à identifier certaines transitions de phase caractérisées par l'organisation des vortex du condensat.

Dans une première partie, nous étudions une situation où il est justifié physiquement de considérer un problème simplifié. La minimisation de la fonctionnelle d'énergie est alors restreinte au premier espace propre de l'opérateur de Ginzburg-Landau (le plus bas niveau de Landau, lié à l'espace de Fock-Bargmann). Nous étudions théoriquement et numériquement le modèle simplifié dans un régime où le condensat est annulaire et contient un réseau de vortex déformé.

Une seconde partie est consacrée à un régime de rotation extrême où le problème limite devient linéaire. Nous montrons que ce problème limite décrit correctement les asymptotiques d'énergie et de densité de matière. Sous une hypothèse supplémentaire nous démontrons qu'un vortex géant se forme, c'est-à-dire un condensat annulaire dont tous les vortex se rassemblent dans la zone centrale de faible densité de matière.

Les deux dernières parties de la thèse sont consacrées à l'évaluation de la vitesse critique pour l'apparition du vortex géant. Nous montrons d'abord que le vortex géant apparaît au dessus d'un certain seuil que nous calculons en fonction des autres paramètres du problème, ce qui fournit une borne supérieure de la vitesse critique. Dans une quatrième partie nous montrons que cette borne supérieure est en fait optimale en considérant des vitesses proches du seuil par valeur inférieure. Nous montrons alors que des vortex sont présents dans le condensat et qu'ils se répartissent uniformément le long d'un cercle.

Jean-Baptiste BELLET

Directeurs de thèse : Habib Ammari (CMAP, École Polytechnique) et Gérard Berginc (THALES).

Identification par imagerie laser d'un objet dissimulé - Aspects mathématiques et numériques

Soutenue le 10 décembre 2010, École Polytechnique

La thèse s'inscrit dans un contexte industriel d'imagerie laser d'un objet camouflé, tel une tumeur enfouie dans la peau. Dans une première partie, j'ai résolu un problème direct de propagation des ondes dans un milieu modèle, par analyse asymptotique et équations intégrales. J'ai ainsi établi un modèle de diffusion des ondes électromagnétiques dans un milieu fluctuant avec une couche rugueuse, dans un contexte bi-dimensionnel périodique asymptotique. Par propriété multi-échelle, j'ai obtenu un milieu effectif. Le milieu fluctuant a donc été homogénéisé, la couche rugueuse remplacée par des conditions de transmission. Puis, l'analyse de Fourier des milieux stratifiés donne la solution du problème effectif, ainsi que sa fonction de Green spectrale. La fonction de Green elle-même est exprimée sous forme d'intégrales de Sommerfeld, évaluées par plus forte descente. Enfin, j'ai considéré le problème d'un objet dissimulé dans le milieu. J'ai résolu le problème résultant par la méthode des équations intégrales. Dans une deuxième partie, j'ai développé des algorithmes de reconstruction de la forme d'un objet dans l'espace libre, à partir de dérivée topologique et des techniques de l'optimisation de forme. D'abord, pour le cas électromagnétique, les données pratiques contiennent l'amplitude des ondes rétrodiffusées, et sont collectées en vue partielle. J'ai donc élaboré un algorithme rapide d'inversion directe (non-itérative) pour de telles données. Il est basé sur une dérivée topologique et une approximation haute fréquence. Par ailleurs, j'ai développé une méthode itérative de type descente de gradient, comme celles de l'optimisation de forme. Elle inverse des données contenant l'amplitude, avec ou sans la phase, et en vue partielle ou totale. Enfin, en parallèle de l'étude théorique, j'ai développé mon propre logiciel d'électromagnétisme, dans un code C++ orienté objet. Il résout des problèmes directs et inverses, à partir des méthodes développées dans la thèse. En particulier, j'ai implémenté une méthode des éléments finis de frontière, et une méthode d'évolution de forme.

Emeline SCHMISSER

Directrices de thèse : Valentine Genon-Catalot (MAP5) et Fabienne Comte (MAP5)

Estimation non paramétrique pour des processus de diffusion

Soutenue le 10 décembre 2010, MAP5

Dans cette thèse, nous estimons de façon non paramétrique les paramètres ou la densité (et ses dérivées) d'un processus de diffusion stationnaire $(X_t)_{t \geq 0}$ uni ou multi-dimensionnel

satisfaisant l'équation différentielle stochastique :

$$dX_t = b(X_t)dt + \sigma(X_t)dW_t.$$

Nous disposons d'observations haute fréquence, bruitées ou non, de ce processus. Nous estimons aussi la densité stationnaire (ainsi que ses dérivées) pour des processus stationnaires et β -mélangeants. Comme nous ne connaissons pas la régularité de la fonction que nous voulons estimer, nous utilisons des méthodes de sélection de modèles par contraste pénalisé. Pour cela, nous considérons une suite croissante d'espaces (S_m) de dimension finie. Sur chacun de ces espaces, nous construisons un estimateur \hat{g}_m en minimisant une fonction de contraste $\gamma_m(t)$ sur l'espace S_m et nous calculons son risque. Celui-ci se décompose en un terme de biais qui décroît quand m augmente (il est proportionnel à $\|g - g_m\|$ où g_m est la projection orthogonale de g sur l'espace S_m) et d'un terme de variance qui croît quand m augmente. Nous sélectionnons ensuite le meilleur estimateur possible en introduisant une fonction de pénalité qui dépend de m .

Dans le premier chapitre, nous estimons la fonction de dérive b pour un processus de diffusion multidimensionnel. Nous donnons aussi une condition suffisante pour qu'il existe une unique densité invariante.

Dans les chapitres 2 et 3, nous estimons la dérive et le coefficient de diffusion d'un processus de diffusion bruité : nous disposons d'observations

$$Y_{k\delta} = X_{k\delta} + \varepsilon_{k\delta}$$

où les variables $(\varepsilon_{k\delta})$ sont centrées et indépendantes du processus $(X_t)_{t \geq 0}$.

Dans le quatrième et dernier chapitre, nous estimons les dérivées successives de la densité invariante d'un processus stationnaire et β -mélangeant (les diffusions sont des exemples de processus β -mélangeants). Nous construisons ensuite d'une autre manière un estimateur de la première dérivée de la densité invariante d'une diffusion. Cet estimateur converge plus vite que le précédent lorsque la diffusion est observée à haute fréquence.

Dans chaque chapitre, nous réalisons différentes simulations. Nous avons aussi testé nos estimateurs sur des données réelles (données neuronales).

Hanen HANNA

Directeurs de thèse : Laurent Bordes (Université de Pau et des Pays de l'Adour) et Walter Tinsson (Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Plans d'expérience pour mélanges à deux niveaux et facteurs externes

Soutenue le 16 décembre 2010, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Les plans d'expérience pour mélanges traitent des cas où les propriétés du mélange sont dépendantes uniquement des proportions de ses composants.

Ce travail porte sur les systèmes de mélanges à deux niveaux où chaque composant principal (CP) est lui-même un sous-mélange de composants secondaires (CS). Ces systèmes sont classés en :

- i) Mélanges de type A : les proportions des CP sont fixées et celles des CS sont variables.
- ii) Mélanges de type B : les proportions des CP et CS sont toutes variables.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Afin d'analyser les deux types de mélanges on propose des modèles additifs. Ce type de modèles est bien adapté pour l'expérimentation avec de nombreux composants car le nombre de paramètres est considérablement inférieur au nombre de paramètres des modèles multiplicatifs proposés dans la littérature.

On construit des plans vérifiant deux hypothèses, l'une d'orthogonalité à l'intérieur de chaque groupe de CS et l'autre d'équilibre entre sous-mélanges de CS par couples de CP. Pour ce type de plans, dit orthogonal-équilibré (OE), on obtient de manière explicite les estimateurs des moindres carrés des paramètres du modèle additif ainsi que sa matrice de dispersion. A partir de la dispersion, on déduit l'optimalité uniforme des plans composés de sous-mélanges purs dans la classe de plans OE.

L'identification entre les plans orthogonaux factoriels classiques et cette sous-classe de plans OE permet d'obtenir des plans de taille restreinte pour certaines configurations des systèmes de mélanges. On établit aussi l'identification entre les sous-mélanges purs et les expériences axiales, ceci donne une méthode pour la construction de plans OE où les proportions des CS et des CP sont non nulles.

On considère aussi la modélisation conjointe de mélanges et facteurs externes. C'est le cas par exemple d'un médicament où sa performance dépend de la formulation ainsi que de la dose appliquée. On propose toujours des modèles additifs pour les mélanges de type A et de type B tenant compte des facteurs externes. On utilise de même les techniques classiques de construction de fractions orthogonales de tailles réduites à partir d'un plan factoriel complet composé du rassemblement des trois groupes de variables : proportions des CS, proportions des CP et facteurs externes.

Mots-clés : *Mélanges à deux niveaux, modèle additif, plan orthogonal-équilibré, expériences axiales, fraction orthogonale.*

Donatien CHEDOM FOTSO

Directeur de thèse : Florin Avram (Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Contributions à l'étude des processus de Markov à temps continu et applications aux théories des files d'attente et de la ruine

Soutenue le 17 décembre 2010, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Dans cette thèse nous nous intéressons à des problèmes pratiques relevant des domaines des files d'attente et du risque qui débouchent sur des modélisations markoviennes dont la résolution exacte et même asymptotique est considérablement difficile. Nous proposons des solutions analytiques qui font usage de deux approches : le numérique (avec deux contributions à la théorie des files d'attente) et le symbolique-numérique (avec une contribution à la théorie des files d'attente et une contribution à la théorie de la ruine).

Ali SALAMI

Directeurs de thèse : Laurent Bordes (Université de Pau et des Pays de l’Adour)
et Christian Paroissin (Université de Pau et des Pays de l’Adour).

Inférence statistique pour un modèle de dégradation en présence de variables explicatives

Soutenue le 7 janvier 2011, Université de Pau et des Pays de l’Adour

Dans cette thèse, on modélise le fonctionnement d’un système soumis à une dégradation continue. Ce système est considéré en panne dès que le niveau de dégradation dépasse un certain seuil critique fixé a priori. Dans ce travail, on s’intéresse tout d’abord aux temps d’atteinte de seuils critiques (déterministe ou aléatoire) pour un processus gamma non homogène. Une nouvelle approche est proposée ensuite pour décrire la dégradation d’un système. Cette approche consiste à considérer que la dégradation résulte de la somme d’un processus gamma et d’un mouvement brownien indépendant. Comme la dégradation du système est également influencée par l’environnement, il est intéressant d’envisager un modèle intégrant des covariables. En se basant sur le premier modèle, on suppose que les variables explicatives agissent seulement sur le processus gamma du modèle et qu’elles sont intégrées de manière à affecter l’échelle du temps. Ces modèles (avec ou sans covariables) sont décrits par des paramètres que l’on cherche à estimer. On étudie aussi leurs comportements asymptotiques (convergence et normalité asymptotique). Finalement des tests numériques aussi qu’une application à des données réelles de grande taille sont présentés pour illustrer nos méthodes.

Mots-clés : Processus gamma, mouvement brownien, covariables, méthode des moments, convergence, normalité asymptotique, premier temps de passage.

Annonces de Colloques

par Thomas HABERKORN

Février 2011

INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATOR THEORY ICOT-2011

du 16 au 19 février 2011, à Monastir (Tunisie)

<http://www.lpm-fss.org/icot2011>

APPLIED MATHEMATICS, FROM WAVES TO FLUIDS (AMWF)

du 21 au 25 février 2011, à Nice

<http://math.unice.fr/~iooss/ColloqueAMWF-Bardos.html>

Mars 2011

COLLOQUE "RÉSONANCES ET SCATTERING EN RELATIVITÉ GÉNÉRALE"

du 9 au 11 mars 2011, à Dijon

<http://gr-dijon.math.cnrs.fr/>

JOURNÉES PLURIDISCIPLINAIRES SUR LA ROBUSTESSE

du 10 au 11 mars 2011, à Avignon

<http://www.univ-avignon.fr/fr/mini-site/minimaths/seminaire-transericod-robustesse.html>

KINETIC MODELS OF CLASSICAL AND QUANTUM PARTICLE SYSTEMS

du 14 au 18 mars 2011, à Toulouse

<http://www.math.univ-toulouse.fr/CongresNBA>

JOURNÉES "DYNAMO"

du 23 au 25 mars 2011, à Lyon

<http://moad.univ-lyon1.fr/sessions/Lyon2011>

MASCOT NUM 2011 WORKSHOP, EN L'HONNEUR D'ANESTIS ANTONIADIS

du 23 au 25 mars 2011, à Villard de Lans

<http://www.gdr-mascotnum.fr/doku.php?id=mascot11>

WORKSHOP "SPDE AND APPLICATIONS"

le 25 mars 2011, au Mans

<http://subaru.univ-lemans.fr/sciences/statist/>

ANNONCES DE COLLOQUES

Avril 2011

THIRD INTERNATIONAL BIOMETRICS SOCIETY (IBS) CHANNEL NETWORK CONFERENCE

du 11 au 13 avril 2011, à Bordeaux

<http://www.ibs-channel-bordeaux2011.fr>

WORKSHOP POLARITONS 2011

du 18 au 20 avril 2011, à Marseille

<http://ljk.imag.fr/Polaritons2011>

ECOLE DE PRINTEMPS "TRAITEMENT D'IMAGE"

du 18 au 22 avril 2011, à Martel

<http://web.me.com/maitine.bergounioux/EcoleMartel/>

TAMTAM'11 : TENDANCES DANS LES APPLICATIONS MATHÉMATIQUES EN TUNISIE, ALGÉRIE, MAROC

du 23 au 26 avril 2011, à Sousse (Tunisie)

<http://www.lamsin.rnu.tn/tamtam2011/presentation-fr.htm>

ECOLE DE PRINTEMPS "LIMITS OF FINITE GRAPHS"

du 26 au 30 avril 2011, à Leipzig

<http://www.math.uni-leipzig.de/MI/thom/springschool2011.html>

Mai 2011

10ÈME COLLOQUE NATIONAL EN CALCUL DES STRUCTURES

du 9 au 13 mai 2011, à Giens

<http://csma2011.lmgc.univ-montp2.fr/>

3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON FINITE ELEMENT METHODS IN ENGINEERING AND SCIENCE (FEMTEC 2011)

du 9 au 13 mai 2011, à South Lake Tahoe (USA)

<http://hpfem.org/events/femtec-2011>

ECOLE "VICIOUS WALKERS AND RANDOM MATRICES"

du 16 au 27 mai 2011, aux Houches

<http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~peche/Houches.html>

MAMERN'11 : 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPROXIMATION METHODS AND NUMERICAL MODELLING IN ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES

du 23 au 26 mai 2011, à Saidia (Maroc)

<http://mamern11.ump.ma/>

ANNONCES DE COLLOQUES

SMAI 2011

du 23 au 27 mai 2011, à Guidel

<http://smi.emath.fr/smai2011/index.php>

Juin 2011

38ÈMES JOURNÉES EDP

du 6 au 10 juin 2011, à Biarritz

<http://gdredp.math.cnrs.fr/spip/spip.php?rubrique34>

THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FINITE VOLUMES FOR COMPLEX APPLICATIONS 6

du 6 au 10 juin 2011, à Prague (Tchequie)

<http://fvca6.fs.cvut.cz/>

COLLOQUE EN L'HONNEUR DE HENRI BERESTYCKI

du 20 au 24 juin 2011, à Paris

<http://www.math.univ-toulouse.fr/berestycki2011/>

LES JOURNÉES DE PROBABILITÉS 2011

du 20 au 24 juin 2011, à Nancy

<http://jp2011.iecn.u-nancy.fr/>

ICOSAHOM'11 - 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPECTRAL AND HIGH-ORDER METHODS

du 20 au 24 juin 2011, à Gammarth (Tunisie)

<http://icosahom.enscbp.fr/icosahom11.tunisia@enit.rnu.tn>

CONGRÈS INTERNATIONAL "EXTREME VALUE ANALYSIS - PROBABILISTIC AND STATISTICAL MODELS AND THEIR APPLICATIONS" (EVA)

du 27 juin au 1er juillet 2011, à Lyon

<http://eva2011.univ-lyon1.fr/>

Août 2011

MULTIVARIATE APPROXIMATION : THEORY AND APPLICATIONS

du 23 au 29 août 2011, à Piriapolis/Punta Del Este, Uruguay

<http://www.univ-pau.fr/~cgout/mata2011>

Novembre 2011

WORKSHOP REDUCED BASIS, POD AND PGD MODEL REDUCTION TECHNIQUES : A BREAKTHROUGH IN COMPUTATIONAL ENGINEERING ?

du 16 au 18 novembre 2011, à Cachan

<http://www.lmt.ens-cachan.fr/rom/>

CORRESPONDANTS LOCAUX

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nancy *Takéo Takahashi,*
Institut Elie Cartan
Université de Nancy 1 - BP 239
54506 VANDOEUVRE les NANCY cedex
Tél. 03 83 68 45 95 - Fax 03 83 68 45 61
takahashi@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 *Cécile Louchet*
Dépt. de Mathématiques - UFR Sciences
Université d'Orléans - BP 6759
45067 ORLEANS Cedex 2
Fax 02 38 41 72 05
cecile.louchet@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 *Ellen Saada*
Laboratoire MAP5
45 rue des Saints Pères - 75006 PARIS
Tél. 01 42 86 21 14 - Fax 01 42 86 41 44
Ellen.Saada@mi.parisdescartes.fr

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ecole Polytechnique Anne de Bouard
CMAP - 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-Noël
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 Jean-Baptiste Bardet
LMRS, UMR 6085 CNRS
Univ. de Rouen, Technopole du Madrillet
Avenue de l'Université, BP.12
76801 Saint-Etienne-du-Rouvray
Fax 02 32 95 52 86
Jean-baptiste.bardet@univ-rouen.fr

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

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

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

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

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

Tunisie *Ben Hassen Fehmi*
ENIT-LAMSIN
BP37 1002 - TUNIS-BELVEDERE
Tél 2161-874700 - Fax 2161-871022
fahmi.benhassen@enit.rnu.tn

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

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

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