ENS Rennes 27-28 juin 2014

Conférence en l'honneur de Michel Pierre

Programme

Vendredi 27 juin

09h30 – 10h00 Accueil

10h00 – 10h30 DOS SANTOS FERREIRA David : Quelques problèmes inverses

10h30 – 11h00 PICHARDIE David : Programmation par preuve

11h00 – 11h30 Café

11h30 – 12h15 VIAL Grégory : Michel Pierre, enseignant, chercheur, et bien plus encore

12h15 – 14h15 Pause déjeuner

14h15 – 14h45 LOPEZ Olivier : Problèmes statistiques liés à la théorie des copules

14h45 – 15h15 PEYRÉ Gabriel : Des mathématiques appliquées, applicables, et une application en imagerie

15h15 – 15h45 GOUDENÈGE Ludovic : Processus de Markov déterministes par morceaux avec frontière

15h45 – 16h15 THOMANN Laurent : Équations aux dérivées partielles à données aléatoires

16h15 – 17h00 Café

17h00 – 18h00 Table Ronde :

Quels parcours professionnels après avoir suivi les cours de topologie et de calcul différentiel de Michel Pierre ?

Gwénolé ARS, Virginie BONNAILLIE-NOËL, Ludovic CESBRON, Thomas FABRITIUS, Camille MÂLE, François SCHWARTZENTRUBER

De l'antenne de Bretagne de l'ENS Cachan à l'ENS Rennes (Patrice Quinton)

18h30 : Cocktail : ouverture par Michel Crouzeix, Michel Nusimovici et Patrice Quinton

Samedi 28 juin

09h30 – 10h00 POPIER Alexandre : Contrôle stochastique et équations rétrogrades

10h00 – 10h30 LE BORGNE Jérémy : Théorie de Hodge p-adique

10h30 – 11h00 POQUET Christophe : Quand le bruit est à l'origine de comportements périodiques

11h00 – 11h30 Café

11h30 – 12h15 LAMBOLEY Jimmy : Optimisation de forme et régularité

12h15 – 14h15 Pause déjeuner

14h15 – 14h45 MERCIER Gwenael : Mouvement par courbure moyenne (avec obstacles): quelques techniques pour l'étudier

14h45 – 15h15 LAURENT Adrien : Frises de Coxeter- Conway

15h15 – 15h45 GIRAND Arnaud : Parlons monodromie

15h45 – 16h15 COLLIN Annabelle : Problème inverse en électrophysiologie cardiaque

16h15 – 16h45 Café

16h45 – 17h45 *Quelques souvenirs de notre idole : Michel Pierre !*

Résumé des exposés

COLLIN Annabelle (Promo 2007 – Thèse à l'INRIA) : Problème inverse en électrophysiologie cardiaque

Résumé : L'électrophysiologie cardiaque est l'étude du signal électrique qui se propage dans le cœur et qui est à l'origine de la contraction du muscle. Pour modéliser le signal électrique, on utilise classiquement le modèle bidomaine un système d'équations de réaction-diffusion couplé à un modèle ionique représenté par une ou plusieurs équations différentielles. Une présentation de ce modèle sera donnée et des simulations réalistes présentées. Ce modèle complexe doit être adapté à chaque état physiologique afin de produire des simulations prédictives d'un patient donné. Dans ce but, on peut s'appuyer sur les nombreuses données médicales disponibles, en particulier les cartes d'activation électrique. Dans ce travail, nous proposons d'assimiler ces données médicales à l'aide d'un observateur de type Luenberger, fondé sur le modèle bidomaine et corrigeant sa dynamique en fonction des écarts aux mesures observées. Les cartes d'activation sont des données de type ensembles de niveaux. En traitement d'images, en particulier dans la détection d'objets (i.e. la segmentation), des level-sets similaires apparaissent avec la résolution d'une équation dite eikonale qui caractérise l'évolution du contour qui converge vers l'objet observé. Or par une analyse asymptotique exploitant la raideur du front, le modèle bidomaine peut être lui-même relié à une équation eikonale. L'observateur du modèle bidomaine est alors défini de telle sorte qu'asymptotiquement il corresponde à un observateur de l'équation eikonale résultante, s'inspirant alors des propriétés de suivi de contours obtenues en traitement d'images. Cet observateur est alors justifié mathématiquement et se couple naturellement avec un observateur paramétrique qui permet d'identifier par exemple la vitesse du front électrique. Des résultats numériques sur données synthétiques réalistes seront présentées afin d'illustrer tout le potentiel de cette approche.

DOS SANTOS FERREIRA David (Promo 1995 – PU université de Lorraine) : Quelques problèmes inverses

Résumé : Dans l'analyse des équations aux dérivées partielles, le domaine des problèmes inverses cherche à déterminer un ou plusieurs coefficients d'une équation aux dérivées partielles à partir d'informations sur les solutions de cette équation. Cette philosophie est inverse à celle qui prédomine dans l'étude directe des équations différentielles, où à partir de données de l'équation (les coefficients, les données initiales, le comportement à l'infini, etc.) on cherche à décrire la solution, mais est tout-à-fait en accord avec des applications en ingénierie et dans les sciences physiques où à partir de mesures sur des quantités physiques suivant des lois physiques (la plupart du temps modélisée par des équations différentielles), on cherche à déterminer d'autres quantités. Je donnerai des exemples de tels problèmes analytiques et géométriques (tomographie, rigidité riemannienne, problème de Calderón, problèmes inverses spectraux, etc.), dont certains sont toujours ouverts.

GIRAND Arnaud (Promo 2009 – Thèse à IRMARennes) : Parlons monodromie

Résumé : Étant donné un système différentiel à variable(s) complexe(s), on peut se demander de quelle façon ses solutions se prolongent lorsque l'on tourne autour d'un pôle. Nous ne proposons ici de formaliser (un peu) cette question afin de s'en poser une nouvelle : comment peut-on déformer notre système sans changer ce comportement autour des pôles ? Nous verrons également comment cette dernière question peut se ramener dans un cas particulier à l'étude... d'une équation différentielle.

GOUDENÈGE Ludovic (Promo 2003 – CR CNRS Marne La Vallée): Processus de Markov déterministes par morceaux avec frontière.

Résumé : Les processus de Markov déterministes par morceaux interviennent dans beaucoup d'applications (biologie, fiabilité, réseau...), mais ils vivent généralement dans des espaces sans frontière. Ils suivent alors un flot déterministe markovien entre deux sauts aléatoires. Dans cet exposé, je montrerai comment on peut

les caractériser en présence d'une frontière, ce qui englobe beaucoup de cas pratiques : point cimetière, confinement, réflexion... De cette caractérisation à l'aide d'objets fonctionnels, on peut en particulier dériver un schéma d'approximation numérique. En guise d'illustration, je présenterai ces résultats appliqués à quelques processus classiques, ainsi que les simulations numériques associées.

LAMBOLEY Jimmy (Promo 2002 – MCF Université Dauphine) : Optimisation de forme et régularité

Résumé : L'optimisation de forme est un domaine des mathématiques appliquées, qui consiste à étudier des problèmes d'optimisation dont l'inconnue est un domaine de $\mathbb{R}^d$. Il y a donc ici des aspects analytiques et géométriques. On présentera des exemples théoriques ou appliqués de tels problèmes, et on donnera un aperçu des questions qui intéressent les chercheurs dans ce domaine. Ce faisant, je tenterai de rappeler à votre bon souvenir quelques bribes des cours de topologie et d'analyse fonctionnelle donnés par Michel à l'ENS de Rennes... Michel s'est intéressé à cette thématique dès la fin des années 80, et il a dirigé plusieurs thèses sur le sujet, les plus récentes ayant été rédigées par des élèves de l'ENS Rennes. Avec ces élèves, il a notamment attaqué dans les années 2000 la question très délicate de la régularité des formes optimales. J'expliquerai comment sentir que cette question est délicate, et quelques contributions obtenues par ou sous la direction de Michel.

LAURENT Adrien (Promo 2013 – ENS Rennes) : Frises de Coxeter- Conway

Résumé : Les frises sont des arrangements de nombres réels positifs organisés en quinconce dans une bande infinie, de sorte que quatre entrées voisines forment une matrice de taille 2 de déterminant 1, et tels que la première rangée ne soit constituée que de 0, que les deuxième et dernière rangées ne contiennent que des 1, et que les nombres situés dans les lignes autre que la première soient tous non-nuls.

La définition paraît anodine, pourtant les frises ont des propriétés étonnantes. On montrera ainsi la périodicité des frises, puis les rapports entre les frises entières et les triangulations de polygones convexes.

LE BORGNE Jérémy (Promo 2005 – ATER ENS Rennes) : Théorie de Hodge p-adique

Résumé : Après avoir présenté des motivations de nature géométrique, j'expliquerai ce que sont les représentations galoisiennes p-adiques, et en quoi la théorie de Hodge p-adique, qui étudie ces représentations, est désormais un domaine central en arithmétique.

LOPEZ Olivier (Promo 2001 – MCF Université Pierre et Marie Curie) : Problèmes statistiques liés à la théorie des copules

Résumé : La théorie des copules fournit un cadre séduisant pour modéliser la structure de dépendance entre plusieurs variables aléatoires. Elle permet en effet de séparer, dans la loi jointe d'un vecteur aléatoire, les lois marginales (qui peuvent être estimées de façon très différentes d'une variable à l'autre) de tout ce qui décrit le phénomène de dépendance. De ce fait, les copules sont très utilisées en assurance et en finance, où l'on est intéressé à saisir l'interaction entre différents risques. Dans cet exposé, on présentera un bref panorama de la théorie des copules, et on présentera quelques problèmes récents.

MERCIER Gwenael (Promo 2008 – Doctorant à l'X) : Mouvement par courbure moyenne (avec obstacles): quelques techniques pour l'étudier.

Résumé : On introduira géométriquement le mouvement par courbure moyenne d'une surface dans $\mathbb{R}^3$ et on donnera quelques techniques pour l'étudier. On présentera notamment une approche level-set (la surface est vue comme ligne de niveau d'une fonction u qui vérifie alors une certaine équation), une approche géométrique dans le cas d'un graphe, et une approche géométrique dans le cas d'une surface compacte sans bord. On tâchera de mettre en évidence les points faibles et forts de chacune de ces approches. On essaiera de voir comment, pour chaque technique, on peut ajouter des obstacles qui viennent perturber le mouvement.

PEYRÉ Gabriel (Promo 1999 – DR CNRS) : Des mathématiques appliquées, applicables, et une application en imagerie

Résumé : Dans cet exposé, je vais tenter de montrer comment les mathématiques, et en particulier l'analyse

convexe, permettent d'analyser les performances de méthodes d'imagerie récentes. Les dispositifs d'acquisition de données, par exemple en photographie ou en imagerie médicale, peuvent se modéliser comme des opérateurs linéaires. Ces dispositifs détruisent les détails fins (hautes fréquences, contours des images) et les mesures sont entachées de bruit. Le problème de retrouver des données de haute résolution à partir de ces mesures est donc mal posé. Les méthodes les plus efficaces en imagerie imposent un a priori de faible complexité (sources ponctuelles localisées, contours réguliers, etc) sur les données à retrouver. Cet a priori peut se représenter à l'aide d'une fonction convexe à optimiser afin de retrouver une bonne approximation des données originales. La compréhension fine de la structure de ces fonctionnelles convexes est cruciale à la fois pour développer des algorithmes de calcul efficaces, et aussi pour garantir les performances de ces méthodes. Pour plus de détails, vous pouvez aller sur le site www.numerical-tours.com qui présente une série de TPs Matlab permettant de tester ces méthodes.

PICHARDIE David (Promo 1998 – PU ENS Rennes) : Programmation par preuve

Résumé: Un assistant de preuve est un logiciel permettant de réaliser des preuves avec un ordinateur. L'assistant n'est généralement pas capable de réaliser la preuve tout seul mais peut vérifier la correction logique des arguments proposés par l'utilisateur. Un tel outil a des applications nombreuses en mathématiques et en vérification de programme. Je vous présenterais un exemple détaillé d'utilisation de l'assistant de preuve Coq en vous montrant notamment comment un programme peut être extrait d'une preuve.

POPIER Alexandre (Promo 1997 – MCF Le Mans) : Contrôle stochastique et équations rétrogrades.

L'optimisation de système stochastique en temps continu a été intensivement étudié (par exemple dans les travaux fondateurs d'El Karoui et dans le livre de Fleming & Soner). La fonction valeur associée à un problème de contrôle markovien satisfait l'équation d'Hamilton-Jacobi-Bellman qui est une équation au dérivées partielles du second ordre fortement non linéaire. On trouve un bilan complet de cette théorie dans Fleming & Soner. D'un autre côte, les EDSR introduites par Bismut et généralisée par Pardoux et Peng sont devenus depuis trente ans un thème central de l'analyse stochastique et elles ont trouvé de profondes applications en contrôle stochastique et dans l'étude des équations aux dérivées partielles. En fait, Bismut a introduit ses EDSR dans le but d'établir une version stochastique du principe du maximum de Pontryagin qui est un autre moyen d'attaquer les problèmes de contrôle stochastique.

L'application des EDSR, leurs généralisations (EDSR ergodiques, EDS progressives-rétrogrades, EDSR doublement stochastique ou EDSR du second ordre) et les EDP non linéaires et/ou stochastiques associées sont nombreuses et apparaissent dans des domaines variés parmi lesquels la biologie (équation KPP), la chimie (équation de réaction diffusion non linéaire), les neurosciences (Modèle d'Hodgkin-Huxley), la physique (équation d'Allen-Cahn), la finance (risque de liquidité), l'économie (valorisation avec utilité non linéaire) et les jeux différentiels stochastiques.

Dans cet exposé, je développerais un bref exemple (la liquidation optimale d'un portefeuille) pour illustrer cette théorie.

POQUET Christophe (Promo 2006 – Post-Doc Université Dauphine) : Quand le bruit est à l'origine de comportements périodiques

Résumé : Les systèmes excitables sont de systèmes répandus dans les sciences physiques ou les sciences du vivant (en particulier en neurosciences). J'illustrerai par un exemple simple un phénomène étonnant pouvant se produire dans le cas de populations de tels systèmes : la présence d'interaction et de bruit dans ces populations peut induire des comportements périodiques synchronisés.

THOMANN Laurent (Promo 2000 – MCF Nantes) : Équations aux dérivées partielles à données aléatoires

Résumé : On va montrer, en prenant l'exemple de l'équation de Schrödinger, comment on peut améliorer la résolution en considérant des données initiales aléatoires.

VIAL Grégory (Promo 1996 – PU Centrale Lyon) : Michel Pierre : enseignant, chercheur, et bien plus encore.

Résumé : Les élèves de l'ENS de Rennes et anciens élèves de l'ENS Cachan Bretagne connaissant tous Michel Pierre au travers de ses cours au sein du magistère ou de la préparation à l'agrégation. Certains le côtoient aussi comme chercheur ou comme collègue. J'essaierai dans cet exposé de retracer le parcours de Michel, en évoquant quelques-unes de ses contributions dans ces différents domaines.

Exercice: Calculer la signature de la permutation des noms des conférenciers entre la première page et les pages suivantes.