

le programme

jeunes chercheuses et jeunes chercheurs 2005

**Mathématiques et interactions
(CSD 5)**



USAR
unité support de l'ANR



Mathématiques et interactions (CSD 5)

**Géométrie et analyse
*des conjectures du volume***

Stéphane Baseilhac

**Topologie, Géométrie
*Différentielle et Algorithmes***

Frédéric Chazal

**Théorie ergodique
*en mesure infinie***

Yves Coudène

**Aspects algébriques et analytiques
*de la complexe en dimension supérieure***

Stéphane Druel

**Modélisation mathématique et mécanique
*de la et de l'affaissement d'un matériau de type sable***

Serge Dumont

**Equations hyperboliques dans des espaces-temps
*de la relativité générale : diffusion et résonances***

Dietrich Häfner

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

**Inéquations en mécanique des solides et des fluides :
*analyse mathématique et simulation numérique***

Patrick Hild

**À la recherche de nouveaux groupes en théorie des modèles :
*méthodes géométriques et combinatoires***

Eric Jaligot

**Aspects arithmétiques du chaos quantique
*et des matrices aléatoires***

Emmanuel Kowalski

**Résonances et décohérence
*en chaos quantique***

Stéphane Nonnenmacher

**Applications théoriques, méthodologiques et computationnelles des
*algèbres de Hopf aux systèmes quantiques aux basses énergies***

Frédéric Patras

Mathématiques *des réseaux biologiques*

Elisabeth Remy

**Equations de Gross-Pitaevskii, d'Euler
*et phénomènes de concentration***

Etienne Sandier

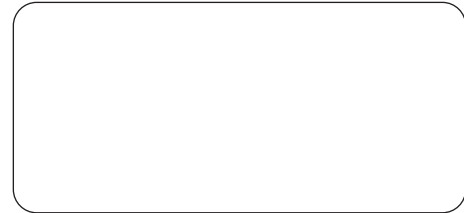
Etude qualitative *des EDP dispersives*

Nikolay Tzvetkov

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Géométrie et analyse des conjectures du volume

Stéphane Baseilhac



Institut Fourier, UMR 5582 du CNRS, Grenoble

Acronyme CONJ-VOL

Edition 2005

Durée du projet 36 mois

Financement 23 000 €

Personnels (H-m) C + EC + IR : 105

Autres IT :

Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Noeuds et variétés de dimension trois
- Invariants quantiques
- Géométrie hyperbolique
- Théorie de Chern-Simons
- Analyse asymptotique

Résumé

La conjecture du volume propose une relation surprenante entre deux invariants fondamentaux des variétés de dimension trois: le volume des métriques hyperboliques, issu de la géométrie différentielle, et la croissance asymptotique de certaines valeurs des polynômes de Jones coloriés des noeuds, issus de l'algèbre quantique. Le but du projet était de clarifier cette relation surprenante, qui a des résonances profondes en physique théorique (théorie de la gravitation quantique), et n'avait jusqu'alors été observée que sur quelques exemples.

En particulier, il s'agissait : 1) de préciser dans quelle mesure les représentations linéaires de dimension finie des groupes quantiques reproduisent « asymptotiquement » des structures liées à la géométrie hyperbolique, c'est-à-dire lorsque le paramètre de déformation tend vers 1; 2) d'étudier des extensions de la conjecture du volume à d'autres familles d'invariants quantiques; 3) de mieux comprendre le comportement asymptotique des invariants quantiques, en général.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La conjecture du volume fait interagir de manière complexe des domaines mathématiques très différents, et y soulève des problèmes authentiquement nouveaux. Un gros effort des partenaires a été fait dans le sens de l'interdisciplinarité, notamment en développant de nombreuses collaborations internationales.

Résultats majeurs

Calcul et interprétation géométrique du terme dominant du développement asymptotique d'une large famille de $6j$ -symboles du groupe quantique $U_q(\mathfrak{sl}_2)$, lorsque $q = \exp(2i\pi/n)$ et n tend vers l'infini.

Preuve d'une extension de la conjecture du volume à une famille infinie d'entrelacs hyperboliques dans les sommes connexes de copies de $S^2 \times S^1$. Nouvelle preuve de la fidélité asymptotique des représentations linéaires des groupes modulaires, issues de la TQFT $SU(2)$.

Extension des invariants de Kashaev-Baseilhac-Benedetti et de Chern-Simons aux 3-variétés compactes quelconques, et détermination et interprétation géométrique d'une formule intégrale du terme dominant du développement asymptotique de ces invariants.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- S. Baseilhac, R. Benedetti, « Quantum hyperbolic geometry », Algebraic & Geometric Topology 7 (2007) 845-917
- F. Costantino, « $6j$ -symbols, hyperbolic structures and the Volume Conjecture », Geometry & Topology 11 (2007) 1831-1854
- J. Dubois, R. Kashaev, « On the asymptotic expansion of the colored Jones polynomial for torus knots », Math. Ann. 339 (2007) 757-782
- J. Marché, M. Narimannejad, « Some asymptotics of TQFT via skein theory », Duke Math. Journal (2008) in publication
- D. Cheptea, K. Habiro, G. Massuyeau, « A functorial LMO invariant for Lagrangian cobordisms », Geom. Topol. 12 (2008) 1091-1170

Conférences

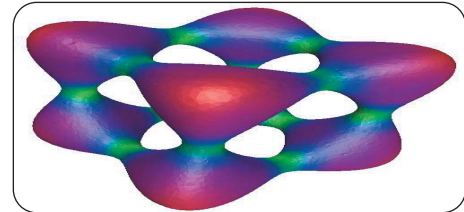
Invitées

- mars 2006, « Around the volume conjecture », University of Columbia, New York, USA
- septembre 2006, « Analytic aspects of low-dimensional geometry », Topology symposium 2006-2007, University of Warwick, Grande-Bretagne
- Août 2007, « International conference on quantum topology », Hanoi, Vietnam
- Octobre 2007, « CTQM Nielsen retreat », Sandbjerg, Danemark
- septembre 2008, « Braids in Paris », Paris

Colloques : 15

Topologie, Géométrie Différentielle et Algorithmes

Frédéric Chazal



Estimation de la courbure d'un nuage de points échantillonnés au voisinage d'une forme.
Méthode développée dans le projet GeoTopAl.

Geometrica, INRIA Saclay - Ile-de-France

Acronyme GeoTopAl
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 121
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Reconstruction de formes et maillages
- Inférence géométrique et topologique
- Topologie algorithmique
- Géométrie différentielle algorithmique
- Approximation géométrique

Résumé

Ce projet de recherche vise à élaborer des concepts, des méthodes et des techniques pour un ensemble de problématiques issues de la modélisation de formes complexes pour l'ingénierie numérique et la visualisation. Le but est de concevoir et d'étudier des modèles de représentation de formes suffisamment riches pour épouser les définitions mathématiques tout en satisfaisant les limitations et les contraintes d'une représentation informatique. L'impact de ces travaux concerne essentiellement la certification (fidélité du modèle à la géométrie et à la topologie des formes) des algorithmes et nécessite de ce fait une véritable collaboration entre mathématiques et informatique.

L'originalité du projet repose sur une approche qui fait intervenir des outils et des théories mathématiques qui ne sont pas utilisées dans les interfaces « classiques » entre mathématiques et informatique : topologie et géométrie différentielle. Les buts poursuivis sont à la fois théoriques et appliqués, allant de la mise en place d'une théorie mathématique de l'approximation géométrique et topologique jusqu'à l'implantation effective d'algorithmes sur ordinateur. Une attention particulière est portée aux applications concrètes de ces travaux et à leur adéquation avec les besoins croissants des « utilisateurs » de modèles 3D.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Un des défis majeur du projet est de mettre en place un cadre théorique permettant de manipuler de façon fiable diverses représentations de formes géométriques complexes : représentations d'objets physiques au moyen d'un nombre fini de mesures (entachées d'incertitudes), représentations mathématiques continues, ou encore représentations informatique discrètes. Sur le plan algorithmique, les questions de fiabilité et de robustesse sont souvent critiques en calcul géométrique. Un autre point dur de ce projet est la conception d'algorithmes pour l'estimation et la manipulation de quantités géométriques de formes complexes qui soient performants et robustes face aux différentes représentations de ces formes.

Résultats majeurs

Nos travaux et résultats majeurs se sont articulés autour de trois thèmes principaux. Tout d'abord nous avons fait des avancées significatives dans le domaines de la reconstruction et du maillages de formes générales à partir de nuages de points les approximant. Ensuite, nous avons introduit un cadre théorique dans lequel les questions d'analyse des données du point de vue topologique et géométrique peuvent être abordées rigoureusement. Enfin, nous avons développé des méthodes certifiées pour l'estimation de propriétés géométriques de formes (quantités différentielles locales, mesures de courbure, etc...).

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- P. Alliez, D. Cohen-Steiner, Y. Tong, and M. Desbrun. Voronoi-based variational reconstruction of unoriented point sets. In Symposium on Geometry Processing, 2007. Best paper award.
- N. Amenta, D. Attali and O. Devillers. Complexity of DelaunayTriangulation for Points on Lower-dimensional Polyhedra. In Proc. ACM-SIAM Sympos. Discrete Algorithms, 2007.
- J.-D. Boissonnat and L. Guibas and S. Oudot, Manifold reconstruction in Arbitrary Dimensions using Witness Complexes, in ACM Symposium Computational Geometry 2007.
- F. Cazals, J.-C. Faugère, M. Pouget, F. Rouillier, The implicit structure of ridges of a smooth parametric surface, Computer Aided Geometric Design 2006.
- F. Chazal, D. Cohen-Steiner, A. Lieutier, A Sampling Theory for Compact Sets in Euclidean Spaces, in Proc. 22th Annu. ACM Sympos. Comput. Geom. 2006 and to appear in Discrete and Computational Geometry.
- F. Chazal, S. Oudot, Towards Persistence-Based Reconstruction in Euclidean Spaces, in proc. 2008 ACM Symposium of Computational Geometry.

Conférences

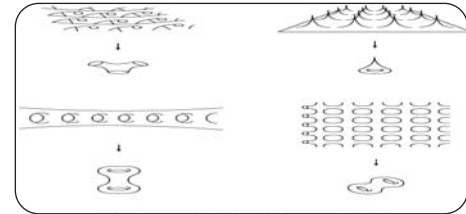
Invitées

- European Workshop on Computational Geometry - Nancy France - P. Alliez - Avril 2008.
- IMA Conference on the Mathematics of Surfaces - Sheffield UK - P. Alliez - Septembre 2007.
- Non-Linear Computational Geometry - Institute for Mathematics and its Applications, Univ. of Minnesota - F. Cazals - Juin 2007.
- Geometric and topological approaches to data analysis - Toyota Technological Institute, Chicago, USA - F. Chazal - Octobre 2007.
- Discrete Geometry and Topology in Low Dimensions - BIRS Center, Banff, Canada - F. Chazal - Avril 2007.

Colloques : 27

Théorie ergodique *en mesure infinie*

Yves Coudène



Quelques surfaces périodiques de volume infini.

Institut de Recherche Mathématique de Rennes, UMR 6625 du CNRS

Acronyme temi
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 201
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Théorie ergodique en mesure infinie
- Hyperbolicité
- Équidistribution
- Intermittence
- Cocycles

Résumé

Le thème du projet est la théorie ergodique en mesure infinie ; cette théorie mathématique connaît depuis quelques années une expansion rapide. Il n'existe à l'heure actuelle dans notre pays aucune équipe travaillant spécifiquement sur ce sujet. L'objectif de ce projet est de constituer un groupe dynamique autour de cette thématique. La théorie ergodique en mesure infinie s'intéresse à des systèmes dynamiques pour lesquels les mesures invariantes naturelles ne sont pas forcément finies. Ces systèmes peuvent être de nature géométrique (flots géodésiques et horosphériques), algébrique (actions de

groupe), dynamique (systèmes hyperboliques définis sur des espaces non compacts) ou physique (intermittence, billards). Les compétences des participants couvrent tous ces domaines et assurent la pluridisciplinarité du projet.

En pratique, nous cherchons à :

- renforcer les liens avec les équipes travaillant sur ce sujet à l'étranger
- organiser des rencontres, groupes de travail, mini-cours et conférences
- mieux faire connaître la discipline, comme sujet autonome et disposant de sa problématique propre.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

- Le projet a organisé cinq rencontres (Rennes, Amiens, Brest, Marseille, Tours, Rouen), ce qui a permis de fédérer les efforts des membres du projet, de populariser leurs recherches et d'attirer de nouveaux chercheurs dans ce domaine.
- nous avons organisé une conférence internationale sur le thème de la théorie ergodique en mesure infinie. C'est la première conférence internationale sur ce thème, elle a contribué à mieux faire connaître ce qui se fait en France sur le sujet.
- Les membres du projet publient tous leurs résultats mathématiques dans des revues à comité de lecture de niveau international.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Yves Coudene "The Hopf Argument" *Journal of Modern Dynamics*, (2007), no. 1, 147--153.
- Maucourant, François "Homogeneous asymptotic limits of Haar measures of semisimple linear groups and their lattices". *Duke Math. J.* 136 (2007), no. 2, 357--399.
- Pène, Françoise "Rate of convergence in the multidimensional central limit theorem for stationary processes. Application to the Knudsen gas and to the Sinai billiard." *Ann. Appl. Probab.* 15 (2005), no. 4, 2331--2392
- Schapira, Barbara "Equidistribution of the horocycles of a geometrically finite surface". *Int. Math. Res. Not.* 2005, no. 40, 2447--2471
- Sarig, Omri; Schapira, Barbara "The generic points for the horocycle flow on a class of hyperbolic surfaces with infinite genus" *Int. Math. Res. Not. IMRN* 2008
- Leplaideur, Renaud; Saussol, Benoît "Large deviations for return times in non-rectangle sets for Axiom A diffeomorphisms." *Discrete Contin. Dyn. Syst.* 22 (2008), no. 1-2, 327--344.

Conférences

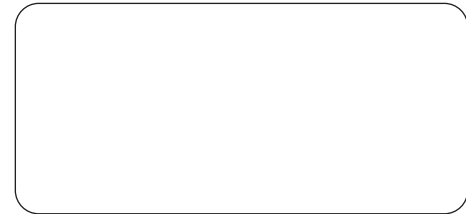
Invitées

- ESI workshop "ergodic theory - limit theorems and dimensions" Vienna, Austria, 17-21 December 2007 (Coudene, Bardet, Gouezel)
- University North Carolina "Ergodic Theory Workshop" Chapel Hill, USA, february 15-18 2007 (Coudene)
- Federation Denis Poisson "Maths and Billiards" Orleans, France, March 25-26 2008 (Pène)
- Northwestern University, "International Workshop on Global Dynamics Beyond Uniform Hyperbolicity" Chicago, USA, May 17-22, 2006 (Leplaideur)
- Université de Rennes 1, "Conférence internationale Théorie ergodique en mesure infinie", Rennes, France, 9-11 juin 2008 (Schapira)

Colloques : 28

Aspects algébriques et analytiques de la géométrie complexe en dimension supérieure

Stéphane Druel



Institut Fourier, Université Grenoble 1

Acronyme 3AGC
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 237,6
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Programme des modèles minimaux
- Courbes rationnelles et géométrie des variétés de Fano
- Positivité des images directes de fibrés canoniques
- Formes pluricanoniques, formes pluricanoniques
- Métriques de Kähler-Einstein de courbure positive

Résumé

La géométrie algébrique est la partie des mathématiques qui étudie les variétés algébriques, c'est-à-dire les ensembles de zéros de polynômes. Si la classification birationnelle de ces objets – qui constitue un problème central – est connue depuis le 19^e siècle en dimension 1 et a été achevée au cours du 20^e siècle en dimension 2, la dimension supérieure s'est révélée beaucoup plus difficile. Notre compréhension des variétés algébriques complexes de dimension 3 et supérieure a été bouleversée par les travaux initiés à la fin des années 1970 par S. Mori et poursuivis notamment par Y. Kawamata, J. Kollár, Y. Miyaoka, V. Shokourov et M. Reid. Ces travaux sont inclus dans le programme de classification, dit des modèles minimaux (MMP). Il nous semble que c'est dans le

MMP que les développements les plus intéressants de notre domaine se sont produits. Malheureusement, ces directions de recherche sont insuffisamment représentées en France, probablement parce qu'aucun de ses fondateurs ne s'y trouve mais aussi parce que les recherches actuelles dans ce domaine ont atteint un niveau technique très élevé. Ce programme a pourtant permis une floraison d'activité dans le domaine des variétés de Fano, des variétés de Calabi-Yau et il ouvre la voie à une compréhension plus profonde des variétés de type général. Les membres de l'équipe avaient déjà séparément une expertise sur diverses parties du programme qui, mises ensembles, recouvraient une grande partie du MMP et qu'il semblait indispensable de mettre en commun.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- E. Amerik (avec C. Voisin), « Potential density of rational points on the variety of lines of a cubic fourfold », *Duke Math. J.*, à paraître.
- S. Boucksom (avec C. Favre et M. Jansson), « Differentiability of volumes of divisors and a problem of teissier », *J. Algebraic Geom.*, à paraître.
- S. Druel (avec C. Araujo et S. Kovács), « Cohomological characterizations of projective spaces and hyperquadrics », *Invent. Math.*, 174 (2008), p. 233-253.-P. Eyssidieux (avec V. Guedj et A. Zeriahi), « Singular Kähler-Einstein metrics », *J. Amer. Math. Soc.*, à paraître.
- C. Mourougane (avec S. Takayama), « Hodge metrics and positivity of higher direct images », *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.*, à paraître - M. Păun (avec B. Berndtsson), « Bergman kernels and the pseudo-effectivity of relative canonical bundles », *Duke Math. J.*, à paraître.

Conférences

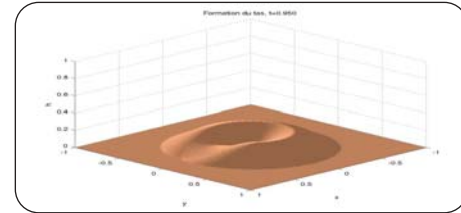
Invitées

- S. Boucksom, « Komplexe analysis », Oberwolfach (Allemagne) (08/2008).
- S. Druel, « Séminaire Bourbaki », Paris (11/2007).
- P. Eyssidieux, « Ricci Curvature and Complex Geometry », Paris (06/2008).
- C. Mourougane, « Workshop on Complex Geometry », Séoul (Corée) (10/2007).
- M. Paun, « Current Developments in Mathematics 2007 », Cambridge, Massachusetts (USA) (11/2007).

Colloques :

Modélisation mathématique et mécanique de la stabilité et de l'affaissement d'un matériau de type sable

Serge Dumont



Modélisation continue d'un tas de sable (résultat d'une simulation numérique).

LAMFA, CNRS UMR 6140, Université de Picardie Jules Verne

Acronyme GrainDeSable
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 54 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 63
Autres IT :
Recrutés : 12

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Mathématiques et leurs interactions
- Matériaux granulaires
- Équations aux dérivées partielles
- Optimisation
- Analyse numérique

Résumé

Le but du projet GrainDeSable est l'appréhension de différents problèmes mathématiques et mécaniques liés à la modélisation de l'écoulement, de l'affaissement d'un matériau granulaire de type sable, aussi bien au niveau théorique que numérique. La modélisation et l'analyse du tas de sable sont délicates et à beaucoup de questions restent encore ouvertes. L'intérêt de ce problème est considérable :

- déplacement de dunes et prédiction de la progression de la désertification ;
 - formation de bancs de sable dans les baies de fleuves ;
- pour ne citer que deux exemples.

Le projet prévoit d'étudier ce type de matériaux à deux échelles différentes :
À l'échelle du grain où prédominent les interactions entre les particules, la méthode classiquement utilisée est la méthode des éléments discrets.
À l'échelle de la structure macroscopique globale (la dune par exemple), la modélisation se fait à l'aide d'équations aux dérivées partielles.
L'objectif de ce projet est de faire l'analyse mathématique et numérique des modèles choisis à chaque échelle, et d'étudier le passage de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La difficulté initiale de ce projet résidait dans le fait que nous n'étions pas originellement des spécialistes de la problématique, et c'est la réunion de nos diverses compétences qui a permis d'apporter de nouvelles solutions. Ceci explique en grande partie la lenteur du démarrage du projet, et par conséquent le faible nombre de publications soumises ou acceptées dans les premières années.

Actuellement, les habitudes de travail en commun ont été prises, ce qui permet d'avancer beaucoup plus rapidement (4 articles soumis en 2008).

Résultats majeurs

Nous pouvons dorénavant répondre à certaines questions théoriques sur l'existence, l'unicité et la régularité des solutions du problème initial. Ainsi, nous sommes maintenant à même de valoriser le logiciel de simulation numérique que nous avons développé.

Nous avons également progressé sur la compréhension des phénomènes physiques sous-jacents, ce qui nous permet de proposer des modèles enrichis à partir de modélisation via des automates cellulaires ou des systèmes multi-corps.

La problématique qui était relativement théorique à l'origine, nous amène aujourd'hui à des questions nettement physiques et concrètes comme la stabilité des enrochements côtiers (projet avec la région Picardie).

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Serge Dumont, Nouredine Igbida, On a dual formulation for the growing sandpile problem, European Journal of Applied Mathematics, sous presse.
- Serge Dumont, Nouredine Igbida, On the collapsing sandpile problem, Communications on Pure and Applied Analysis, en révision.
- Nouredine Igbida, On equivalent formulations for the Monge-Kantorovich Equation, Non Linear Analysis TMA, en révision.

Conférences

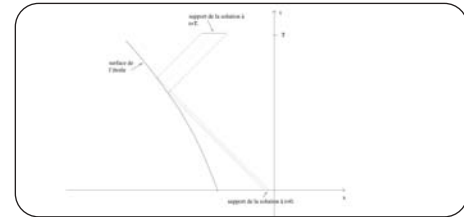
Invitées

- Nouredine Igbida, 5th Congress of Scientific Research Outlook in the Arab World, From Tetris to granular flows, 26-30 octobre 2008.
- Olivier Goubet, 9^e colloque franco-roumain de mathématique appliquée, Modèle mathématique du sable et des barchanes, Brasov, 28 août-2 septembre 2008.

Colloques : 27

Equations hyperboliques dans des espaces-temps de la relativité générale : diffusion et résonances

Dietrich Häfner



Dessin Hawking.

Institut de Mathématiques de Bordeaux, Université Bordeaux 1

Acronyme EqHypRG
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 34 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 200,6
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Relativité générale
- Équations aux dérivées partielles
- Théorie quantique des champs
- Résonances
- Spineurs

Résumé

Ce projet concerne l'étude du comportement des champs classiques et quantiques dans des espaces-temps de la relativité générale. Les effets physiques les plus spectaculaires apparaissent quand on considère des espaces-temps décrivant des trous noirs. Ces effets sont la radiation de Hawking, qui peut être comprise comme la création de particules par des trous noirs, et la superradiance, un effet qui permet d'extraire de l'énergie d'un trou noir. L'étude

des champs sur des espaces-temps contribue également à celle de la stabilité des espaces-temps eux-mêmes. La stabilité non linéaire des espaces-temps de la relativité générale n'est pour l'instant connue que pour l'espace-temps de Minkowski. L'objectif de ce projet est alors double. D'une part, il consiste à donner des descriptions mathématiques précises des effets physiques en question et d'autre part à étudier la stabilité des espaces-temps décrivant des trous noirs.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Combinaison de plusieurs domaines différents : géométrie, analyse, physique.

La complexité des problèmes de départ est telle qu'ils ne peuvent pas être résolus directement et doivent être scindés en de plus petits problèmes.

Résultats majeurs

Description mathématique précise de l'effet Hawking pour des fermions dans le cadre de l'effondrement d'une étoile chargée en rotation.

Peeling pour les ondes dans Schwarzschild.

Propriétés dispersives pour les ondes sur des variétés lorentziennes (De Sitter-Schwarzschild et un modèle asymptotiquement plat non captif).

Scattering inverse sur des variétés d'Einstein.

Propagation des singularités à travers un point fixe hyperbolique.

Formule de Krein généralisée, déterminants et fonction de Selberg en dimension paire.

Fonctions de décalage spectral et résonances en présence d'un champ magnétique constant.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- D. Häfner, Creation of fermions by rotating charged black holes, à paraître aux Mémoires de la SMF.
- J.-P. Nicolas, L.J. Mason, Regularity at spacelike and null infinity, à paraître au Journal de l'Institut de Mathématiques de Jussieu.
- J.-F. Bony, S. Fujiié, T. Ramond, M. Zerzeri, Microlocal kernel of pseudodifferential operators at a hyperbolic fixed point, *J. Funct. Anal.*, 252 (2007), no. 1, 68-125.
- C. Guillarmou, Generalized Krein formula, determinants and Selberg zeta function in even dimension, à paraître dans *American Journal of Math.* (2008)
- J.-F. Bony, V. Bruneau, G. Raikov: Resonances and spectral shift function near the Landau levels, *Annales de l'Institut Fourier*, 57, 629-671 (2007).
- J.-F. Bony, D. Häfner, Decay and non-decay of the local energy for the wave equation on the de Sitter-Schwarzschild metric, *Comm. Math. Phys.*, 282 (2008), no. 3, 697-719.

Conférences

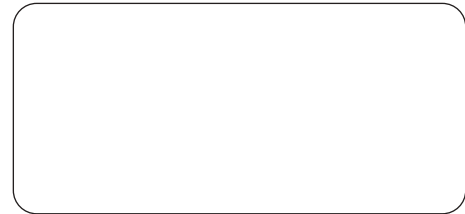
Invitées

- Programme « Geometry, Analysis, and General Relativity », Institut Mittag Leffler, Stockholm (2008).
- Conférence « Mathematical theory of », Banff (2008).
- Colloque "Probability and Analysis in Quantum Physics", Pan-American Advanced Studies Institute workshop, Chili.
- Congrès « Semiclassical analysis and mathematical quantum mechanics », Bologne (2006).
- Conférence "Asymptotic structure in geometric analysis", Stanford (2007).

Colloques : 1

Inéquations en mécanique des solides et des fluides : *analyse mathématique et simulation numérique*

Patrick Hild



Laboratoire de Mathématiques de Besançon, UMR CNRS 6623

Acronyme INEQMATHSIMU

Edition 2005

Durée du projet 36 mois

Financement 41 000 €

Personnels (H-m) C + EC + IR : 64,8

Autres IT :

Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

- Mots clés**
- Inéquations variationnelles
 - Éléments finis
 - Problèmes de contact et frottement
 - Problèmes non linéaires
 - Équations aux dérivées partielles

Résumé

Le cadre général du projet concerne l'étude de problèmes non linéaires issus de la mécanique dont la modélisation s'effectue à l'aide de systèmes d'équations et d'inéquations aux dérivées partielles. L'objectif du projet est double : nous souhaitons progresser dans la compréhension de modèles clairement identifiés

tout en ayant le souci de développer des techniques d'analyse mathématique et numérique susceptibles d'être utilisées pour d'autres systèmes régis par des inéquations.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les verrous sont d'ordre scientifique : meilleure compréhension de problèmes non linéaires par l'analyse mathématique et la simulation numérique. Un accent particulier est mis sur les modèles de type contact-frottement.

Résultats majeurs

- Estimation d'erreur a priori et a posteriori pour la méthode par éléments finis XFEM.
- Estimation d'erreur a priori pour le modèle de frottement de Coulomb statique.
- Obtention de schémas numériques innovants pour le contact en dynamique.
- Propriétés asymptotiques d'inéquations variationnelles à paramètre.
- Obtention d'un critère d'unicité de solution pour le modèle de frottement de Coulomb statique.
- Mise en évidence de solutions multiples pour le modèle de frottement de Coulomb statique.
- Estimation d'erreur a posteriori pour le problème de Signorini.
- Contrôle de la propagation des fissures par des chargements frontière.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- P. HILD, Solution multiplicity and stick configurations in continuous and finite element friction problems, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 196 (2006) 57-65.
- Y. RENARD, A uniqueness criterion for the Signorini problem with Coulomb friction, *SIAM J. Math. Anal.*, 38 (2006) 458-467.
- P. HILD and Y. RENARD, An error estimate for the Signorini problem with Coulomb friction approximated by finite elements, *SIAM J. Numer. Anal.*, 45 (2007) 2012-2031.
- E. CHAHINE, P. LABORDE and Y. RENARD, Crack tip enrichment in the XFEM method using a cut-off function, *Internat. J. Numer. Meth. Engrg.* 75, (2008) 629-646.
- M. BOSTAN, E. CANON and P. HILD, On asymptotic and monotonicity properties for some parameter dependent variational inequalities. To appear in *Nonlinear Analysis*.
- P. HILD, A. MÜNCH, Y. OUSSET, On the active control of crack growth in elastic media, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, 198 (2008) 407-419.

Conférences

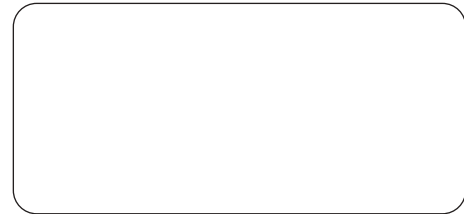
Invitées

- 8th World Congress on Computational Mechanics (Venise, 2008)
- 39^e Congrès National d'Analyse Numérique (St Jean de Monts, 2008)
- 3rd European Conference on Computational Mechanics (Lisbonne, 2006)
- International Conference on Mathematics and Continuum Mechanics (Lisbonne, 2008)
- IUTAM seminar (Lyon, 2006)

Colloques : 10

A la recherche de nouveaux groupes en théorie des modèles : méthodes géométriques et combinatoires

Eric Jaligot



Institut Camille Jordan UMR5208 UCBL Lyon 1

Acronyme	GGL	Discipline	Mathématiques et interactions
Edition	2005	Mots clés	<ul style="list-style-type: none">• Logique• Groupes• Rang de Morley• Théorie des modèles• Théorie combinatoire et géométrie des groupes.
Durée du projet	36 mois		
Financement	60 000 €		
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 82,8 Autres IT : Recrutés :		

Résumé

Nous proposons d'explorer les frontières entre l'algèbre modèle-théorique et les théories géométrique et combinatoire des groupes infinis. Les problématiques proviennent de la classification des groupes simples de rang de Morley fini. Ce rang est la forme abstraite de dimension de Zariski en théorie des modèles, plus précisément en théorie de la stabilité modèle-théorique. Une des problématiques centrales dans ce domaine est la Conjecture d'Algébricité de Cherlin et Zilber. Elle postule que les groupes simples infinis de rang de Morley fini sont des groupes algébriques linéaires sur des corps algébriquement clos. Plus généralement il s'agit de classer ces groupes simples. Aussi, nous cherchons des contre-exemples potentiels à cette conjecture, des configurations de groupes non-algébriques issues de la classification. Pour ce faire, nous souhaitons mettre à l'épreuve toute

idée nouvelle pour construire de nouveaux groupes infinis ayant diverses propriétés modèles-théoriques, en utilisant les méthodes des théories géométrique et combinatoire des groupes. Evidemment, cela va de pair avec la poursuite de la classification des groupes simples de rang de Morley fini, qui est à un stade déjà avancé de maturité. La situation est comparable à celle du siècle dernier pour les groupes simples finis, où les groupes sporadiques étaient construits en même temps que la classification des groupes simples finis se poursuivait. L'objectif absolu serait donc de construire un groupe simple infini de rang de Morley fini qui ne soit pas algébrique. Cette attente devra probablement être revue à la baisse dans un premier temps. Ainsi tout nouveau groupe, oméga-stable ou même superstable, serait le bienvenu.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

- Classification des configurations problématiques des groupes localement résolubles de RMf, à la frontière entre SL_2 et les mauvais groupes.
- Obtention des analogies entre les groupes algébriques et les groupes de RMf au niveau des tores.
- Compréhension des propriétés intrinsèques des sous-groupes de type fini des groupes de rang de Morley fini au niveau équationnel, principalement le rang sans-quantificateur ainsi que ses analogues tels que la QF-superstabilité, la QF-stabilité, la QF-simplicité et les limites de Fraïssé.
- Compréhension générale de la générosité comme une propriété de finitude et son application aux propriétés algébriques des sous-groupes.
- Etudes des groupes superstables ayant des propriétés résiduelles et des propriétés modèles-théoriques des groupes hyperboliques sans torsion.
- Propriété d'indépendance de la classe des groupes hyperboliques sans torsion pour la grande majorité de systèmes d'équations.
- Linéarité des groupes nilpotents sans torsion de RMf et interprétation de l'arithmétique dans les groupes de Thompson.
- Etudes des groupes superstables qui agissent sur les arbres.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- TUNA ALTINEL et JEFFREY BURDGES. On analogies between algebraic groups and groups of finite Morley rank. *Journal of the London Mathematical Society*, 78(2008), no. 1, 213--232.
- TUNA ALTINEL et J.S. WILSON. On the linearity of torsion-free nilpotent groups of finite Morley rank. A paraître dans *Proceedings of the American Mathematical Society*.
- TUNA ALTINEL, ALEXANDRE BOROVIK et GREGORY CHERLIN. Simple groups of finite Morley rank. *Mathematical Surveys and Monographs* 145, 2008, American Mathematical Society.
- ERIC JALIGOT, ALEXEY MURANOV et AZADEH NEMAN. Independence property and hyperbolic groups. *Bulletin of Symbolic Logic*, (14, issue 1) 88-98, (2008).
- ADRIEN DELORO et ERIC JALIGOT. Small groups of finite Morley rank with involutions. (The rewriting of the "Tame minimal simple groups" paper. Part III (N-classification of Thompson)) Juin 2008. A paraître au *Journal de Crelle*.
- ABDEREZAK OULD HOUCINE. On superstable groups with residual properties. *Math. Log.* Quart. 53, No. 1, (2007), 19-26.

Conférences

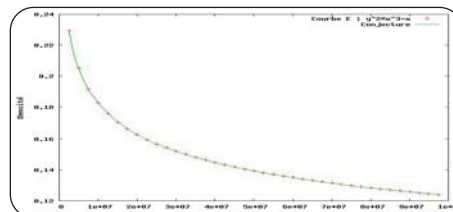
Invitées

- Novembre 2008: MODNET Barcelona Conference
- Octobre 2008: MAMLS Meetings, New Brunswick, États-Unis.
- Juin 2008: Non positive curvature and the elementary theory of free groups, Anogia, Crete
- Juin 2008: Deuxième congrès Canada-France, Montreal, Canada
- Août 2007: 13th International Congress of Logic, Methodology, and Philosophy of Science, Beijing, Chine
- Janvier 2007: Model Theory and Groups, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Allemagne.

Colloques : 12

Aspects arithmétiques du chaos quantique et des matrices aléatoires

Emmanuel Kowalski



Densité des groupes de Tate-Shafarevich triviaux parmi des courbes où il est d'ordre impair.

Institut de Mathématiques de Bordeaux, Université Bordeaux I

Acronyme ARITHMATRICS

Edition 2005

Durée du projet 36 mois

Financement 85 000 €

Personnels (H-m) C + EC + IR : 144

Autres IT :

Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

- Mots clés**
- Chaos quantique
 - Matrices aléatoires
 - Fonctions L
 - Corps de fonctions
 - Nombres premiers

Résumé

Le but du projet est d'approfondir les liens entre la théorie des nombres, en particulier la théorie analytique des nombres, et deux domaines a priori très éloignés des mathématiques. Le premier est la théorie du chaos quantique, qui a pour but de décrire de quelle manière certains aspects d'un système physique « classique » deviennent visibles après quantisation ; le cas le plus connu est celui du flot géodésique qui doit être relié aux comportements des fonctions propres de l'opérateur de Laplace. La théorie des nombres apparaît du fait du rôle important que jouent celles-ci lorsque la variété sous-jacente est elle-même de nature

arithmétique, par exemple dans le programme de Langlands. Le second domaine d'interaction est la théorie des matrices aléatoires, sujet extrêmement vaste mais qui semble être l'outil adéquat pour décrire de manière statistique les propriétés de certains objets arithmétiques importants, les fonctions L, qui sont par exemple directement liées à l'Hypothèse de Riemann. Concernant ce second sujet, particulièrement étudié au niveau international depuis une vingtaine d'années, les conjectures abondent et les vérifications numériques sont souvent possibles (quoique parfois très délicates) : tout cela rend ces thématiques extrêmement riches.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Parmi les difficultés qui font la richesse du sujet, on peut mentionner : (1) l'étendue des notions rencontrées qui nécessitent une grande expertise pour progresser (allant de l'algèbre à la géométrie algébrique en passant par les probabilités); (2) les difficultés théoriques et pratiques à effectuer certaines expériences numériques qui semblent pourtant indispensables pour comprendre la nature des phénomènes de modélisation rencontrés avec les matrices aléatoires.

Résultats majeurs

- (1) J-M Deshouillers, avec F. Hennecart, B. Landreau et H. te Riele, a obtenu un modèle probabiliste solide pour les sommes de trois cubes d'entiers ;
- (2) E. Kowalski a développé la méthode du grand crible et obtenu des analogies intéressantes entre l'hypothèse de Riemann sur les corps finis et la Propriété (T) ou (tau) ;
- (3) C. Delaunay, avec X. Roblot, a obtenu des résultats numériques et théoriques importants concernant les tordues quadratiques de rang 1 d'une courbe elliptique ;
- (4) G. Ricotta, avec E. Royer, a beaucoup amélioré et simplifié, les résultats connus sur la distribution des petits zéros de fonctions L de puissances symétriques.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- J-M. Deshouillers, F. Hennecart et B. Landreau : « On the density of sums of three cubes », Springer Lecture Notes in Computer Science 4076 (2006), 141-155.
- Marie-Line Chabanol : « Three-point correlations for quantum star graphs I », Journal of Physics A 40 (2007), 1353.
- E. Kowalski : « The large sieve and its applications: arithmetic geometry, random walks and discrete groups », Cambridge Tract in Math. 175, Cambridge University Press (2008).
- E. Kowalski : « The large sieve, monodromy and zeta functions of algebraic curves, II: independence of the zeros », International Math. Research Notices (2008), 57 pages
- C. Delaunay et X.F. Roblot, « Regulators of rank one quadratic twists », à paraître au Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux.
- G. Ricotta et Thomas Vidick, « Hauteur asymptotique des points de Heegner », à paraître au Canadian Journal of Mathematics.

Conférences

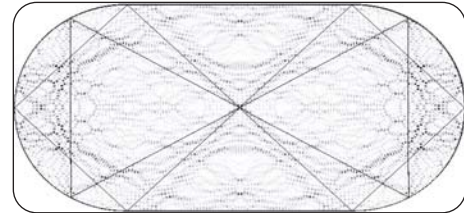
Invitées

- C. Delaunay, Colloque « ANTS VII », Berlin, Août 2006.
- E. Kowalski, Colloque « Mathematics and its applications », co-organisé par les sociétés mathématiques françaises et italiennes, 3-7 juillet 2006.
- J-M. Deshouillers, Conférence « Number theory and random phenomena », Bristol University, 25-30 mars 2007.
- G. Ricotta, « School and conference on analytic number theory », ICTP Trieste, Avril-Mai 2007.
- M. Balazard, Conférence « Global Fields », Moscou, 2-6 juillet 2007.

Colloques : 46

Résonances et décohérence en chaos quantique

Stéphane Nonnenmacher



Mode propre de vibration du « stade », présentant des « cicatrices » sur deux orbites périodiques

Institut de Physique Théorique, CNRS URA 2306, CEA Saclay

Acronyme RESOCHAOQUAN
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 160
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Système quantique ouvert
- Résonances
- Dynamique chaotique
- Limite semiclassique
- Décohérence quantique

Résumé

Nous comptons étudier, de manière quantitative et si possible rigoureuse, l'évolution de systèmes quantiques "ouverts", en particulier lorsque ceux-ci peuvent être décrits dans le cadre semiclassique, et que la dynamique classique correspondante est chaotique. Ces questions s'appliquent à différents domaines de la physique: physique nucléaire, atomique, optique, mésoscopiques.

Sur le plan mathématique, notre étude portera sur les relations entre les propriétés spectrales du système quantique (caractérisation des résonances quantiques, des états propres correspondants, de la vitesse de décohérence), d'une part, et les propriétés chaotiques du système ouvert classique correspondant

(propriété de mélange exponentiel, propriétés fractales de l'ensemble des points piégés par le système) d'autre part.

On s'attachera surtout à étudier des modèles simples. Pour certains de ces modèles (flot géodésique sur des surfaces hyperboliques), les relations entre aspects quantiques et classiques sont déjà assez bien comprises, du fait d'un haut degré de symétrie. On cherchera à approfondir la compréhension de ces relations, et à généraliser ces modèles ou en développer d'autres (par exemple, les "applications quantiques ouvertes").

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le caractère pluridisciplinaire de notre équipe est à la fois un atout et une contrainte, les physiciens et mathématiciens employant des méthodes et un vocabulaire distincts même en travaillant sur des questions similaires. Une partie du projet a consisté à échanger nos connaissances et nos approches lors de rencontres sur un ou deux jours. Sur le plan de l'organisation, la localisation « éclatée » de notre groupe rend difficile les contacts directs, et nous a obligé à planifier l'organisation de rencontres régulières (du style « groupe de travail ») dans différents sites en France.

Résultats majeurs

- Les surfaces hyperboliques convexes co-compactes possèdent une bande fine contenant une infinité de résonances [Naud-Guillarmou].
- Diffusion chaotique quantique : si l'ensemble capté est assez « fin », il existe une bande sans résonances [Nonnenmacher-Zworski].
- Les modes propres des variétés riemanniennes Anosov sont au moins « à demi délocalisés » [Anantharaman-Nonnenmacher].
- Les résonances de Ruelle peuvent être analysées par des méthodes semiclassiques [Faure-Roy - Sjostrand].

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- V. Baladi et M. Tsujii, Anisotropic Holder and Sobolev spaces for hyperbolic diffeomorphisms, Ann. Inst. Fourier 57 (2007) 127-154
- F. Faure, N. Roy et J. Sjostrand, Semi-classical approach for Anosov diffeomorphisms and Ruelle resonances, Open Math. Journal, vol. 1, 35-81 (2008)
- N. Anantharaman et S. Nonnenmacher, Half-delocalization of eigenfunctions for the Laplacian on an Anosov manifold, Annales de l'Institut Fourier 57 (2007) 2465-2523
- C. Guillarmou et F. Naud, Wave decay on convex co-compact hyperbolic manifolds, to appear in Commun. Math. Phys. (2008)
- D. Spehner et F. Haake, Decoherence bypass of macroscopic superpositions in quantum measurement, J. Phys. A 41 (2008), 072002-072011 (fast track commun.)
- S. Nonnenmacher et M. Zworski, Quantum decay rates in chaotic scattering, accepted for publication in Acta Math.

Conférences

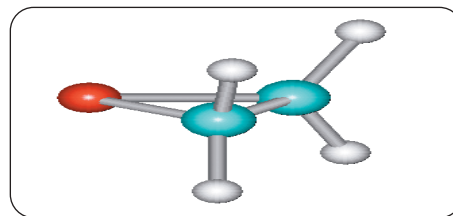
Invitées

- août 2006, « International Congress of Mathematical Physics », Rio de Janeiro, Brésil (Anantharaman)
- 23-27 oct. 2006, « International Symposium of Dynamical Systems », Salvador de Bahia, Brésil (Baladi)
- mars 07: « Asymptotic structure in geometric analysis », Stanford, États-Unis (Guillarmou)
- 5-11 août 2007, « Equadiff 07 », Vienne, Autriche (Keynote lecture, Baladi)
- juin 08: Congrès Franco-Canadien, Montréal (Guillarmou)

Colloques : 50

Applications théoriques, méthodologiques et computationnelles des algèbres de Hopf aux systèmes quantiques aux basses énergies

Frédéric Patras



C2H4O

Laboratoire J. A. Dieudonné, UMR 6621, CNRS/Université de Nice

Acronyme AHBE
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 60 000 €
Personnels (H-m) 113,4

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Algèbres de Hopf
- Systèmes fermioniques
- Diagrammes de Feynman
- Spectroscopie
- Renormalisation

Résumé

Le projet AHBE a été conçu comme résolument interdisciplinaire, regroupant des spécialistes de physique du solide (Ch. Brouder, Paris), de chimie quantique (P. Cassam-Chenaï, Nice), de physique mathématique (A. Frabetti, Lyon) et un algébriste (F. Patras, Nice). Il s'est rapidement associé des collaborateurs étrangers (K. Ebrahimi-Fard, Allemagne-France, J. Liévin, Belgique, J. Gracia-Bondia, Espagne). Son objet a été de développer pour l'étude des systèmes moléculaires une théorie incorporant les avancées récentes dans les domaines des algèbres de Hopf combinatoires et de la physique des hautes énergies. Si ces deux domaines ont connu récemment une expansion considérable au niveau mondial (Europe occidentale et Amérique de Nord, la France jouant un rôle clé au travers

des contributions de son école de combinatoire algébrique et de l'école de géométrie non commutative autour de A. Connes), le projet AHBE a eu un positionnement original en privilégiant de nouveaux domaines d'application et des enjeux concrets (comme la spectroscopie).

Les résultats obtenus depuis 2006 ont été publiés ou sont en cours de parution dans de nombreuses revues internationales autour des trois disciplines du projet (chimie, mathématique, physique) : on citera, entre autres, Chem Phys Letters, J. Chem Phys, J Math Chem, Comm. Math Phys, Euro Phys J B, J. Math Phys, Letters Math Phys, Phys Rev A, Adv in Math, J Algebra, J. Alg Comb, J Pure Appl Math, Math Nach.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

Trois avancées importantes sont à son actif: le développement (théorique et logiciel) de nouveaux algorithmes pour l'étude des systèmes fermioniques ; le développement d'une nouvelle approche inspirée par la théorie de Lie pour la théorie quantique des champs perturbative; le développement, en cours, de méthodes perturbatives originales pour la physique du solide.

Parmi les contributions théoriques, on peut citer : la découverte d'un modèle combinatoire pour le « groupe de Galois cosmique », les équations du groupe de renormalisation et la fonction beta en théorie quantique des champs (Comm. Math. Phys, 2007) ; l'obtention d'une solution à la récursion de Bogoliubov inspirée par la théorie des fluctuations (Letters Math Phys, 2007; J. Algebra, 2008). Enfin, en utilisant la structure d'algèbre de Hopf de la théorie quantique des champs, nous sommes parvenus à élucider la structure des fonctions de Green en présence d'un état initial général. Ce problème était ouvert depuis la fin des années soixante.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- F. Patras (with K. Ebrahimi-Fard and J. Gracia-Bondia). A Lie theoretic approach to renormalization . Comm. Math. Phys. 276, 519-549 (2007)
- Ch. Brouder (with W. Schmitt), Renormalization as a functor on bialgebras, J. Pure Appl. Alg. 209 (2007) 477-95.
- A. Frabetti. Groups of tree-expanded formal series, Journal of Algebra 319 (2008) 377-413.
- P. Cassam-Chenai, Geometric Measure of Indistinguishability for Groups of Identical Particles, Physical Review A, 77, p.032103-032109, (2008).
- P. Cassam-Chenai, F. Patras, Symmetry-Adapted Polynomial Basis for Global Potential Energy Surfaces - Applications to XY4 Molecules. J. Math. Chem. Volume 44, Number 4, (2008), 938-966.
- F. Patras (with K. Ebrahimi-Fard and D. Manchon). A noncommutative Bohnenblust-Spitzer identity for Rota-Baxter algebras solves Bogoliubov's recursion. J. Noncommutative Geometry (to appear)

Conférences

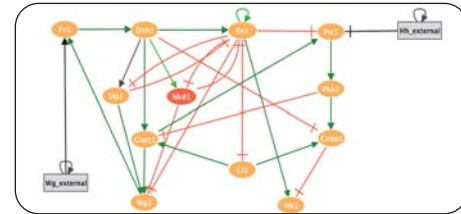
Invitées

- P. Cassam-Chenai: "Quantum fundation of molecular structural information?", (From molecular informatics to bioinformatics, Inst. Adv. Studies Collegium Budapest, Hongrie, 19-21 mars 2007).
- P. Cassam-Chenai: "Graded orthogonality for Fermionic states", (Mathematical Methods for Ab Initio Quantum Chemistry, Nice, France, 19-20 octobre 2007).
- Ch. Brouder, A. Frabetti, F. Patras, Decomposition into one-particle irreducible Green functions in many-body physics, Proceedings of the "Conference on Combinatorics and Physics", Bonn, 19-23 March 2007
- F. Patras, Noncommutative Spitzer identities and NCSF. CRM, Montréal, Algèbres de Hopf combinatoires et polynômes de Macdonald, Mai 2007.
- Ch. Brouder, The structure of Green functions in quantum field theory with a general state, Proceedings of the conference on "Recent Developments in Quantum Field Theory", Leipzig, July 20-22, 2007
- F. Patras, Lie idempotents and renormalization in pQFT., Second Canada-France Congress, Montreal, Juin 2008.

Colloques :

Mathématiques des réseaux biologiques

Elisabeth Remy



Intercellular regulatory network submitted to external signals

Institut de Mathématiques de Luminy, Université de la Méditerranée

Acronyme	MaReBio
Edition	2005
Durée du projet	36 mois
Financement	60 000 €
Personnels (H-m)	C + EC + IR : 72
	Autres IT :
	Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

Mots clés

- Réseaux biologiques
- Systèmes dynamiques discrets
- Théorie des graphes
- Processus concurrents/ réseaux de Petri

Résumé

Le thème de ce projet est la modélisation et l'analyse des réseaux biologiques, et particulièrement des graphes de régulation génétique. De tels processus sont très complexes et nécessitent le recours à des méthodes mathématiques, pour à la fois représenter de façon homogène les connaissances, intégrer les nouvelles données ou analyser le comportement dynamique du système. L'étude du comportement dynamique de systèmes biologiques, notamment de population de gènes, a conduit des biologistes comme René Thomas à énoncer des règles reliant la dynamique asymptotique d'un système à la présence de motifs dans le graphe de régulation associé (circuits signés). Ces règles ont donné lieu à des énoncés mathématiques qui ont été démontrés dans deux formalismes: différentiel et

discret Booléen (un gène étant considéré comme actif ou inactif). Dans ce contexte, nous avons choisi de travailler avec une modélisation discrète multivaluée (appelée « modélisation logique »). Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à l'analyse des circuits de régulation, des preuves mathématiques des conjectures de Thomas dans ce formalisme aux algorithmes d'analyse. Nous avons utilisé les réseaux de Petri pour modéliser et analyser les graphes de régulation, et fait le lien avec la modélisation logique. Enfin, nous avons travaillé sur les applications biologiques (principalement la différenciation au cours du développement de l'embryon de la drosophile).

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Ce projet a porté sur l'analyse de systèmes discrets présentant rapidement une explosion exponentielle du nombre d'états. Les développements que nous avons réalisés fournissent des outils permettant d'avancer dans l'analyse de tels systèmes.

Résultats majeurs

Les principaux objectifs fixés au début du projet ont été atteints avec succès :

- Nous avons donné des preuves des conjectures de Thomas dans le cadre Booléen et multivalué, ainsi que des généralisations de ces règles.
- Nous avons formalisé la notion de « contexte de fonctionnalité de circuits », notion clé pour, entre autres étudier les réciproques des règles de Thomas.
- Enfin, le logiciel GINSim s'est fortement développé, et nous y avons, entre autres, introduit une implémentation de l'analyse des circuits.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- E. Remy, P. Ruet(2008).From minimal signed circuits to the dynamics of Boolean regulatory networks. *Bioinformatics* 24: i220-i226.
- E. Remy, P. Ruet, D. Thieffry (2008). Graphic requirements for multistability and attractive cycles in a Boolean dynamical framework. *Advances in Applied Mathematics* 41(3): 335-350.
- Sanchez, C. Chaouiya, D. Thieffry (2008). Segmenting the fly embryo: logical analysis of the role of the Segment Polarity cross-regulatory module. *Int. J. Dev. Biol.*52:1059-75.
- A. Gonzalez, C. Chaouiya, D. Thieffry (2008) Logical modelling of the role of the Hh pathway in the patterning of the Drosophila wing disc. *Bioinformatics*, 24(16):i234-40.
- C. Chaouiya, E. Remy}, D. Thieffry (2008). Petri Net Modelling of Biological Regulatory Networks. *Journal of Discrete Algorithms*, 6(2):165-77.
- C. Chaouiya (2007). Petri net modelling of biological networks. *Briefings in Bioinformatics*,8:210-9.

Conférences

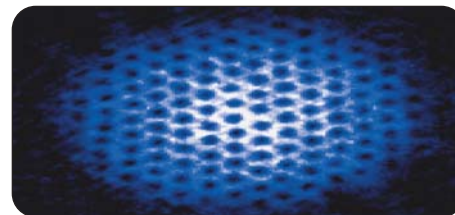
Invitées

- P. Ruet. Modèles mathématiques en biologie et en médecine, Lyon, 19 - 22 juin 2007.
- P. Ruet. Dynamique discrète et structure des réseaux génétiques, Roma, 12 octobre 2007.
- E. Remy. Mathematics for Biological Networks, 17/18 Décembre 2007, IHP Paris.
- E. Remy. Theoretical Approaches for the Genome, 23/24 oct. 2008, Annecy-le-Vieux.
- C. Chaouiya. New means for the qualitative analysis of large regulatory networks, First Portuguese Forum on Computational Biology, (IGC, Oeiras, Portugal, july 2008)

Colloques : 15

Equations de Gross-Pitaevskii, d'Euler et phénomènes de concentration

Etienne Sandier



Réseau de vortex dans un condensat de Bose-Einstein

LAMA, UMR 8050, CNRS/ Université Paris 12 Val de Marne

Acronyme GrossPitaevski

Edition 2005

Durée du projet 36 mois

Financement 65 000 €

Personnels (H-m) C + EC + IR : 180

Autres IT :

Recrutés :

Discipline Mathématiques et interactions

- Mots clés**
- Equation de Gross Pitaevski
 - Dynamique de vortex
 - Equation de Schrödinger nonlinéaire
 - Superfluidité

Résumé

Le projet concerne l'étude de divers aspects de l'équation de Gross-Pitaevski (GP), une équation de Schrödinger nonlinéaire avec conditions aux limites particulières, qui apparaît notamment en superfluidité, condensation de Bose-Einstein et en optique non linéaire. Le premier aspect est celui du problème de Cauchy, à savoir l'existence de solutions globales en temps pour des données initiales convenables. Le second aspect est celui de l'étude des ondes progressives pour ces équations, qui représentent en gros les structures stables en temps long, mais cela est bien sûr très difficile à prouver. Le troisième aspect est celui de la

dynamique des tourbillons (en anglais vortex) quantifiés qui sont des structures localisées essentielles dans ces équations. Le dernier aspect enfin est celui de la théorie de diffusion pour ces équations, qui est une étude complète du comportement en temps long, dont on pense qu'elle doit être possible lorsqu'il n'existe pas d'ondes progressives.

Le projet comprend également l'étude des vortex dans des équations liées à (GP) par leur structure mathématique ou leur phénoménologie : équations d'Euler en mécanique des fluides, de Ginzburg-Landau en supraconductivité par exemple.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les problèmes abordés sont tous des problèmes mathématiques difficiles, dont on ne pouvait prévoir en commençant le projet s'ils seraient effectivement résolus. On peut citer comme exemple de difficultés pour le problème de Cauchy que l'espace des solutions d'énergie finie n'est pas un espace vectoriel, et que certaines solutions intéressantes sont d'énergie infinie. Pour ce qui concerne la dynamique des vortex, le problème est que l'équation est conservative et donc l'énergie qui n'est pas dans les vortex ne disparaît pas mais pourrait en principe créer des paires vortex-antivortex, et autres structures complexes.

Résultats majeurs

Le projet a vu la quasi complétion par P.Gravejat, F.Bethuel, J.C.Saut et D.Smets du programme d'étude des ondes progressives dessiné dans les articles des physiciens Jones, Putterman et Roberts. Pour ce qui concerne la dynamique des vortex on peut citer le résultat de F.Bethuel, D.Smets et R.Danchin sur la non nucléation de vortex pour des données initiales proches de 1. Sur les vortex supraconducteurs on a une justification de l'optimalité du réseau d'Abrikosov par S.Serfaty et E.Sandier. Citons aussi l'étude complète de la dynamique des vortex par l'équation de la chaleur pour l'équation de Ginzburg-Landau sans champ magnétique par S.Serfaty d'une part, et F.Bethuel, G.Orlandi et D.Smets d'autre part.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications AGL/brevets

- V.Banica, L.Vega, On the stability of a singular vortex dynamics, à paraître dans Comm. Math. Phys.
- F.Bethuel, R.Danchin et D.Smets, On the linear wave regime of the Gross-Pitaevskii equation, soumis.
- Fabrice Bethuel, P.Gravejat et Jean-Claude Saut, Travelling waves for the Gross-Pitaevskii equation, à paraître dans Comm. Math. Phys.
- Bethuel, F.; Jerrard, R.L.; Smets, D. On the NLS dynamics for infinite energy vortex configurations on the plane. Rev. Mat. Iberoamericana 24 (2008), no. 2, 671-702.
- S. Serfaty, Vortex collisions and energy-dissipation rates in the Ginzburg-Landau heat flow, part I et II, Journal Eur. Math. Society, 2007.
- Bethuel, F.; Orlandi, G.; Smets, D. Collisions and phase-vortex interactions in dissipative Ginzburg-Landau dynamics. Duke Math. J. 130 (2005), no. 3, 523--614.

Conférences

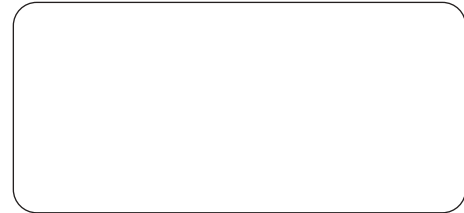
Invitées

- D.Smets, 2008: European Congress of Mathematicians, Amsterdam.
- P.Gravejat, 2006: Colloque 'The Gross-Pitaevskii and related equations with non-zero boundary conditions at infinity' de l'Institut Wolfgang Pauli de Vienne.
- S.Serfaty, : Conférence invitée au Congrès International des Mathématiciens, Madrid.
- F.Bethuel : Quantized vortices in superfluidity and superconductivity, Singapour, décembre, 2007
- V.Banica : 2008, "Nonlinear Wave and Dispersive Equations", Kyoto.

Colloques : 35

Etude qualitative des *EDP dispersives*

Nikolay Tzvetkov



Laboratoire Paul Painlevé UMR 8524 CNRS

Acronyme

Edition

2005

Durée du projet

36 mois

Financement

50 000 €

Personnels (H-m)

C + EC + IR :

Autres IT :

Recrutés :

Discipline

Mathématiques et interactions

Mots clés

- Équations aux dérivées partielles
- Analyse non linéaire
- Analyse microlocale
- Mesures invariantes
- Stabilité transverse

Résumé

Ce projet porte sur le développement de l'étude en grand temps des équations aux dérivées partielles (EDP) dispersives. C'est un domaine qui se situe à la frontière entre les EDP et les systèmes dynamiques. Malgré les efforts considérables consacrés à l'étude de ce type d'équations beaucoup de questions

basiques sur la dynamique en grand temps restent largement ouvertes. Ce projet a comme but d'orienter la direction de recherche d'un groupe de jeunes mathématiciens travaillant en France dans l'étude en grand temps des EDP dispersives.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

L'étude d'une équation de Schrödinger non linéaire, posée sur un domaine compact, dans un espace critique est un défi considérable. Lorsque le problème analogue est posé dans l'espace euclidien (qui n'est pas compact), l'étude a été menée à bien dans les travaux célèbres de Tataru et Tao (entre autres). Dans le cas d'un domaine compact (comme la sphère) les analogues des résultats de Tao et Tataru sont difficiles à obtenir, en particulier à cause de l'absence des inégalités de Strichartz bilinéaires dues à Bourgain qui gagnent un facteur représentant le rapport des fréquences correspondantes.

Résultats majeurs

Le résultat majeur est le développement d'une méthode stochastique pour l'étude des EDP dispersives sur-critiques. Pour les résultats globaux on utilise des mesures invariantes par le flot. Nous avons aussi développé une méthode pour l'étude de l'instabilité transverse pour des EDP Hamiltoniennes. Nous avons aussi mis en place une stratégie pour démontrer des estimées de Strichartz globales en temps pour des géométries non plates. Les résultats de Luc Molinet sur l'équation de Benjamin-Ono sont une avancée importante dans le sujet.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Nicolas Burq, Nikolay Tzvetkov, Random data Cauchy theory for supercritical wave equation I : local theory, *Inventiones Math.* 2008
- Nikolay Burq, Nikolay Tzvetkov, Random data Cauchy theory for supercritical wave equation II : a global existence result, *Inventiones Math.* 2008
- Frédéric Rousset, Nikolay Tzvetkov, Transverse nonlinear instability of solitary waves for some Hamiltonian PDE's, *Journal de Mathématiques Pures et Appliquées*, 2008.
- Jean-Marc Bouclet, Nikolay Tzvetkov, Strichartz estimates for long range perturbations, *American Journal of Mathematics*, 2007.
- Jean-Marc Bouclet, Nikolay Tzvetkov, On global Strichartz estimates for non trapping metrics, *Journal of Functional analysis* 2008.
- Luc Molinet, Global well-posedness in the energy space for the Benjamin-Ono equation on the circle, *Mathematische Annalen* 2007.

Conférences

Invitées

- Mini-cours à l'université de Kyoto (2006),
- Conférence MIT (2006),
- Conférence en l'honneur de Vesselin Petkov, Bordeaux (2007),
- Conférence Analysis and Probability, Nice (2008),
- Colloquium à l'Académie des Sciences Bulgare (2008).

Colloques : 2



USAR
unité support de l'ANR



CNRS USAR
3 rue Michel Ange
75794 Paris CEDEX 16