



Laboratoire Européen Associé CNRS
Franco - Roumain

Math - Mode



Laboratoire de Mathématique
UMR 8628
Université Paris-Sud

Mathématique et Modélisation

"SIMION STOILOW"
INSTITUTE OF
MATHEMATICS
OF THE ROMANIAN ACADEMY

Bâtiment 425
Faculté des Sciences d'Orsay
Université Paris-Sud 11
F-91405 Orsay Cedex

21 Calea Grivitei, Bucharest RO-010702
P.O. BOX 1-764, Bucharest
tel: (00)40-21-319.65.06
fax:(00)40-21-319.65.05

RAPPORT

sur l'activité de l'année 2014

Objectifs généraux du LEA:

- Financer chaque année des projets de recherche présentés par de petites équipes franco-roumaines.
- Développer la coopération franco-roumaine en favorisant la recherche par des cours avancés, des écoles d'été, des stages de recherche de longue durée.
- Proposer et participer à des projets de recherche communs dans les appels d'offres de la Commission Européenne.
- Participer à l'organisation d'ateliers de travail et de conférences communes franco-roumaines.

Synthèse de l'activité en 2014:

- 11 projets de recherche communs (et 2 projets déjà financés pour début 2015)
- financement partiel d'une Ecole d'été et de deux conférences internationales
- 13 preprints et 12 articles publiés
- A l'occasion du changement du co-directeur français (remplacement de B. Helffer par G. Raugel) du LEA, rencontre et discussions à Paris des deux co-directeurs du LEA «Math-Mode» et de T. Ratiu (membre expert du Comité de Direction du LEA), fin janvier 2014 . (Voir aussi ci-dessous les publications de R. Purice liées au LEA).

- Conseil Scientifique du LEA « Math-Mode », le 26 août 2014, lors du Congrès franco-roumain de mathématiques appliquées.

A) Projets de recherche communs en 2014

1. Surfaces minimales intrinsèques (Andrei Moroianu (Université de Versailles), Sergiu Moroianu (IMAR - Bucarest))

Description des résultats en 2014: Les membres du projet avaient étudié en 2013 le problème des plongements isométriques des variétés riemanniennes (M^n, g) comme hypersurfaces dans les espaces plats R^{n+1} et avaient trouvé une caractérisation des n -caténoïdes (introduits par Fakhi et Pacard en 2007) en termes des propriétés algébriques du tenseur de Weingarten. Par la suite, en 2014, ils ont étendu cette étude au cas plus général des hypersurfaces à courbure moyenne constante (CMC) dans les espaces-formes, dont le tenseur de Weingarten a une valeur propre de multiplicité $n-1$. Ces résultats sont en cours de rédaction (voir ci-dessous).

Visites : A. Moroianu à l' IMAR pour 10 jours en décembre 2014.

Prépublication: A. Moroianu, S. Moroianu, Minimal hypersurfaces in R^{n+1} , en préparation.

2. Méthodes de décomposition de domaines pour les problèmes de contact avec frottement. (Marius Cocou, Frédéric Lebon (LMA, Université d'Aix - Marseille), Lori Badea (IMAR))

Les auteurs introduisent et analysent deux méthodes de Schwarz à deux niveaux, l'une est du type multiplicatif et l'autre de type additif, pour résoudre les inégalités variationnelles et quasi-variationnelles de la deuxième espèce. Les méthodes sont introduites comme des algorithmes de correction sur sous-espace pour les problèmes dans un espace de Banach réflexif. Ils montrent que ces méthodes sont globalement convergentes et donnent, sous certaines hypothèses, des estimations de l'erreur. Dans les espaces d'éléments finis, les algorithmes introduits sont des méthodes de Schwarz à deux niveaux. Dans ce cas, ils montrent que les hypothèses faites pour le résultat général de convergence sont satisfaites, et ils écrivent le taux de convergence en fonction des paramètres de chevauchement et de maillage. Ils démontrent que les méthodes ont un taux de convergence optimal, qui est presque indépendant des paramètres de maillage et de chevauchement. Les méthodes ont une complexité de calcul optimale par itération.

Dans un deuxième travail, ils introduisent une méthode multigrille pour les inégalités variationnelles ayant, outre un terme découlant de la dérivation d'une fonctionnelle, un terme convexe non différentiable. Ils présentent d'abord la méthode comme un algorithme de correction sur des sous-espaces dans un espace de Banach réflexif général : ils prouvent sa convergence globale et estiment le taux de la convergence en fonction du nombre de niveaux. Dans les espaces d'éléments finis, l'algorithme devient une méthode multigrille V-cycles pour les problèmes à deux obstacles, mais les résultats sont valables pour d'autres types d'itérations, les itérations W-cycles, par exemple. En particulier, la méthode proposée fournit une méthode multigrille pour les inéquations semi-linéaires ou quasi-linéaires.

Visites : Lori Badea (du 01.09 au 06.09 au Laboratoire de mécanique et d'acoustique

CNRS, Marseille), Frédéric Lebon du 12.12 au 16.12. à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest) et Marius Cocou (du 03.11 au 07.11.2014 à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest)

Exposés des résultats obtenus dans des conférences:

- 1) L. Badea, Méthodes multi-niveau et multigrille pour quelques problèmes non linéaires, 12e Colloque Franco-Roumain en Mathématiques Appliquées, Université de Lyon, France, 25-30 août 2014. (<http://cfr2014.univ-lyon1.fr>)
- 2) L. Badea, Multilevel methods for variational and quasi-variational inequalities, 22nd Conference of Industrial and Applied Mathematics - CAIM 2014 - "Vasile Alecsandri" University of Bacău, Romania, September 18-21, 2014. (http://www.romai.ro/conferintele_romai/caim2014.html)
- 3) L. Badea, On the convergence rate of the multigrid methods for constrained minimization problems, Conference dedicated to Professor Nicolai D. Cristescu on his 85th birthday, University of Bucharest, June 20, 2014.

Publications:

1. L. Badea, Two-level methods with optimal computing complexity for variational inequalities of the second kind, *Annals of the University of Bucharest (mathematical series)*, 5 (LXIII), (2014), pp. 195-218.
2. L. Badea, Globally convergent multigrid method for variational inequalities with a nonlinear term, accepté dans *Proceedings of the 22nd International Conference on Domain Decomposition Methods*, September 16-20, 2013, Università della Svizzera Italiana, Lugano, Switzerland.
3. Lori Badea et Marius Cocou, Internal and subspace correction approximations of implicit variational inequalities, *Mathematics and Mechanics of Solids*, 2014, Vol XX(X) 1–23.

3. Locally conformally Kaehler manifolds with large symmetry group (Andrei Moroianu (CNRS et Université de Versailles) et Liviu Ornea (Université de Bucarest))

Les membres du projet ont continué leur travail sur la géométrie localement conformément kaehlérienne. L'article cité ci-dessous résout complètement la classification des variétés localement conformément kaehlériennes compactes et homogènes.

Visites de A. Moroianu et P. Gauduchon à l'IMAR pour une semaine en septembre 2014.

Publication:

1. Paul Gauduchon, Liviu Ornea et Andrei Moroianu, *Compact homogeneous LCK manifolds are Vaisman*, *Math. Annalen*, DOI 10.1007/s00208-014-1103-x.

4. Bifurcation sets and holomorphic arcs (Cezar Joita (IMAR), Mihai Tibar (Universite de Lille 1))

Résultats : Les auteurs ont donné un critère pour détecter l'ensemble de bifurcation pour une famille de courbes algébriques réelles. Ces courbes sont les fibres d'une application algébrique $f: X \rightarrow \mathbb{R}^{n-1}$ où X est une variété algébrique. Ils ont introduit une notion de "non-vanishing at infinity" et une notion de "non-splitting at infinity" et ont démontré que :

- si la condition "non-vanishing at infinity" est remplie et si la caractéristique d'Euler est constante, alors la famille est localement triviale;
- si la condition "non-splitting at infinity" est remplie et si les nombres de Betti sont constants, alors la

famille est localement triviale.

Si $n=2$, un résultat semblable a été obtenu par Tiba et Zaharia (voir Manuscripta Math. 1999).

Visites :

1. Visite de Mihai Tiba à Bucarest du 8 au 14 août 2014.
2. Visite de Cezar Joita à Lille du 1 au 12 septembre 2014.

Prépublication:

- C. Joita, M. Tiba, Bifurcation values of families of real curves, arXiv:1403.4808[math.AG]

5. Estimations de Strichartz pour l'équation de Schrödinger sur des arbres /graphes et applications (Valeria Banica (Université d'Evry), Liviu Ignat (IMAR))

Visite de Liviu Ignat à l'Université d'Evry du 31/05/2014 au 11/06/2014

Résultats : Les membres du projet ont analysé les propriétés de dispersion dans le contexte de l'équation de Schrödinger sur les graphes. Dans deux articles précédents, V. Banica et L. Ignat avaient considéré les cas du couplage de Kirchhoff et du δ -couplage. Dans ce nouveau projet, il ont étudié des conditions de couplage variés, comme par exemple, le δ' -couplage. Ils ont aussi commencé l'analyse sur des graphes avec cycles et l'influence des cycles sur le comportement des solutions.

Publications:

1. V. Banica, Dispersion pour l'équation de Schrödinger 1-D avec plusieurs potentiels de Dirac. Séminaire Laurent Schwartz - EDP et applications (2013-2014), Exp. No. 20, 11 p.
2. L. Ignat, The Dispersion property for Schrödinger equations, <http://arxiv.org/abs/1411.5659>
3. V. Banica, et L. Ignat (2014), Dispersion for the Schrödinger equation on the line with multiple Dirac delta potentials and on delta trees. Anal. PDE, 7(4), 903--927. doi:10.2140/apde.2014.7.903

6. Ondes de surface en milieux dissipatifs (Stan Chirita (Universitatea "Al. I. Cuza" din Iasi), Alexandre Danescu (Ecole Centrale de Lyon)).

Le projet a pour objectif l'étude du rôle de la dissipation thermique et différée sur la propagation des ondes de surface dans un milieu avec micro-structure et micro-température. La première partie du projet s'est déroulée en deux temps : une visite de S. Chirita à Lyon (14 jours en août-septembre 2014) et une visite de A. Danescu à Iasi (6 jours en novembre 2014). Les auteurs ont étudié un matériau thermo-visco-élastique poreux et ont caractérisé explicitement les ondes de type Rayleigh se propageant dans ce milieu. Comme attendu, les résultats montrent que la dissipation thermique et la dissipation visqueuse induisent une atténuation dans le temps et dans l'espace pour les solutions de type ondes Rayleigh. En contraste avec la littérature existante, ils ont restreint l'analyse seulement aux ondes de surface d'énergie finie et ils ont pu étudier numériquement les solutions de l'équation caractéristique dans le cas particulier d'un matériau isotrope. Plusieurs classes des matériaux proposées ailleurs dans la littérature rentrent dans ce cadre. La deuxième partie de la collaboration est prévue courant 2015.

Exposés des résultats obtenus dans des conférences:

S. Chirita a fait un exposé "Sur la propagation des ondes en milieux dissipatifs" au Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées, Lyon (23-30 août), 2014.

Publications:

S. Chirita, A. Danescu, Surface waves problem in a thermoviscoelastic porous half-space, (accepté dans

7. Analyse variationnelle et numérique en mécanique du contact (Mircea Sofonea (Université de Perpignan), Andaluzia Matei (Universitatea Craiova))

Résultats obtenus :

Grâce à la complémentarité des deux équipes, des résultats ont été obtenus dans l'étude théorique (modélisation, formulation variationnelle, existence, unicité et comportement de la solution) des modèles statiques de contact élastique ainsi que dans l'étude des problèmes de contact élastique, viscoélastique et électro-viscoélastique sur des intervalles de temps non bornés, avec et sans usure. Par ailleurs, des méthodes numériques de résolution de ces problèmes de contact sont en cours d'élaboration. Ces résultats ont fait l'objet de 3 travaux qui seront soumis pour publication très prochainement (voir la liste ci-dessous). En outre, un exposé a été donné par F. Patrulescu au Séminaire du Laboratoire de Mathématiques et Physique de l'Université de Perpignan.

Visites: Depuis la mise en route du projet, une seule mission a été effectuée (séjour de Flavius Patrulescu à Perpignan du 01 au 10 décembre 2014).

Articles : (en phase finale de rédaction)

1. M. Sofonea, A. Matei, A Mixed Variational Problem with Applications in Contact Mechanics.
2. M. Sofonea, F. Patrulescu, Y. Suleyman, Analysis of a contact problem with wear and unilateral constraint.
3. A. Matei, M. Sofonea, Weak solvability of an evolutionary electro-elastic contact problem.

8. Extensions abéliennes, applications moment et modèles sigma (Francois Gay-Balmaz (Ecole Normale Supérieure de Paris), Cornelia Vizman (Universitatea de Vest din Timisoara).

Description générale : Le sujet général du projet est l'étude des applications moment en dimension infinie. La notion d'application moment, introduite par Kostant et Souriau, est un concept fondamental pour l'étude des systèmes dynamiques avec symétries. Pour les systèmes de dimension infinie, tels qu'en mécanique des fluides, il y a de nombreuses difficultés mathématiques à surmonter pour étudier, et même pour définir les applications moment.

Résultats obtenus : Les membres du projet ont achevé le papier [1] qui définit une paire duale d'applications moment pour les fluides à frontière libre. Deuxièmement, ils ont poursuivi leur travail sur la réduction symplectique des paires duales, afin d'identifier de nouvelles orbites coadjointes du groupe des difféomorphismes hamiltoniens. Cela leur a permis de terminer l'article [2] qu'ils viennent de soumettre. Finalement, ils ont commencé la rédaction de [3] qui concerne la quantification des paires duales et de certaines orbites conjointes. Ce travail va être poursuivi en 2015 avec l'aide du LEA pendant une prochaine visite de Cornelia Vizman à Paris au printemps.

Visites : Le financement a permis de réaliser deux séjours de recherche (séjour de Cornelia Vizman à Paris du 22 au 28 avril 2014, séjour de François Gay-Balmaz à Timisoara du 8 au 12 octobre 2014).

Publications:

1. F. Gay-Balmaz and C. Vizman, A dual pair for free boundary fluids, à paraître dans International

Journal of Geometric Methods in Modern Physics.

2. F. Gay-Balmaz and C. Vizman, Isotropic submanifolds and coadjoint orbits of the Hamiltonian group, soumis.
3. F. Gay-Balmaz and C. Vizman, Quantization of coadjoint orbits and vortex membranes in ideal fluids, en préparation.

9. Opérateurs de Toeplitz tronqués sur les espaces modèles (Isabelle Chalendar (Université de Lyon 1), Emmanuel Fricain (Université de Lille 1), Dan Timotin (IMAR))

L'activité de recherche dans le cadre du projet commun "Opérateurs de Toeplitz tronqués sur les espaces de modèles" a commencé avec un retard de quelques mois. La première visite, et la seule jusqu'à présent, a été effectuée par Isabelle Chalendar à Bucarest en novembre 2014. Plusieurs directions de recherche ont été explorées, et certaines directions paraissent prometteuses, mais aucun article n'a encore été rédigé.

10. Autour d'équations elliptiques singulières (Radu Ignat (Université de Toulouse III et Filippo Santambrogio (Université Paris Sud) ; Alexandru Kristaly et Csaba Farkas (Université Babes-Bolyai - Cluj)).

Les activités suivantes ont eu lieu entre janvier 2014 et janvier 2015 :

1. Visite d'Alpar R. Meszaros (Université Paris-Sud 11) à l'Université de Cluj du 14 au 24 février 2014. Il a fait un exposé au séminaire d'Analyse Géométrique de titre "Optimal transport and mean field games".
2. Visite de Radu Ignat (Université de Toulouse III) à l'Université Babes-Bolyai de Cluj du 13 au 20 janvier 2015. Le but de la visite est de continuer les discussions avec l'équipe de Cluj sur les inégalités de type Hardy sur les variétés.

Les articles suivants ont été écrits sur le sujet du projet par les membres du projet en 2014 :

1. M. Bonnivard, A. Lemenant et F. Santambrogio, Approximation of length minimization problems among compact connected sets , accepté au SIAM J. Math. Anal. (2014)
2. C. De Lellis et R. Ignat, A regularizing property of the 2D-eikonal equation , accepté au Comm. Partial Differential Equations (2015)
3. G. De Philippis, A. R. Meszaros, F. Santambrogio et B. Velichkov, BV estimates in optimal transportation and applications , prépublication.
4. C. Farkas, A. Kristaly et C. Varga, Singular Poisson equations on Finsler-Hadamard manifolds, accepté à Calculus of Variations and Partial Differential Equations (2015).
5. C. Farkas, A. Kristaly et A. R. Meszaros, Characterization of Minkowski spaces via the mean value property of harmonic functions , prépublication.
6. M. Mihăilescu, D. Stancu-Dumitru et C. Varga, On the spectrum of a Baouendi-Grushin type operator : an Orlicz-Sobolev space setting approach , soumis.

11. Evaluations des fonctions de matrices et algorithmes pararéels (Jean-Paul Chehab (Université d'Amiens), Madalina Petcu (Université de Poitiers), Lori Badea (IMAR)) (Finalisation d'un projet de 2014)

Visites :

1. 2 visites de Madalina Petcu à l'IMAR (du 1 au 9 janvier 2013, du 13 au 17 janvier 2014)
2. 2 visites de Jean-Paul Chehab à l'IMAR (du 1 au 9 janvier 2013, du 13 au 17 janvier 2014).

Description du projet commun de recherche réalisé en 2013-2014 :

- Ecriture d'un code pararéel (Matlab) pour l'évaluation de $\sin(A)$: M. Petcu a adapté les techniques de Krylov développées avec M. Gander pour l'évaluation de $\sin(A)$. En particulier l'adaptation des méthodes de Krylov au cas matriciel est importante. Le code pourra être adapté à d'autres équations et servira de base.

- J.P. Chehab : Estimation des coefficients d'une matrice à partir de produits matrice-vecteurs et méthodes de Monte-Carlo. Algorithme simple, inspiré de celui introduit par Bai et Golub.

- M. Petcu et J.-P. Chehab ont par ailleurs discuté avec L. Badea sur des points de contacts en méthodes pararéelles et de décomposition de domaine.

Les séances de travail du 13.01.2014 au 17.01.2014 ont permis, d'une part, d'avancer de façon très significative dans certaines pistes déjà abordées en 2013 et, d'autre part, de dégager une nouvelle direction complétant la précédente. L'utilisation de méthodes de Monte Carlo pour l'évaluation de fonctions de matrices un premier temps abordée au début du projet sera développée plus tard. Nous visons à rassembler l'ensemble des résultats qui seront obtenus sous forme d'article.

12. Analyse mathématique et contrôle d'un modèle de sélection mutation et division pour la modélisation de la leucémie chronique du ganglion (Vuk Milisic (CNRS et Université Paris 13), Gabriella Marinoschi (Institut de mathématiques statistiques et Mathématiques appliquées, Bucarest))

Nouveau projet : première mission déjà prévue (et billets réservés) de V. Milisic à Bucarest du 19 au 23 janvier 2015

13. Inverse scattering for inhomogeneous media (Renata Bunoiu (Université de Metz), Ingrid Beltita (IMAR))

Nouveau projet : première mission déjà prévue (et billets réservés) de R. Bunoiu à Bucarest en février 2015 «

Autres articles sur des résultats obtenus dans le cadre du LEA «Math-Mode»

1. N.C. Bonciocat, Y. Bugeaud, M. Cipu et M. Mignotte, Irreducibility criteria for sums of two relatively prime multivariate polynomials, soumis.
2. Viorel Iftimie et Radu Purice, The Peierls-Onsager Effective Hamiltonian in a complete gauge covariant setting: Description of the spectrum. arXiv: 1304.2496v2 [math-ph], accepté en 2014 au Journal of Spectral Theory.
3. Horia D. Cornean et Radu Purice, Spectral edge regularity of magnetic Hamiltonians. arXiv: 1406.6624v1 [math.SP]

B] Financement d'autres activités scientifiques.

1. F. Gay-Balmaz a donné un mini-cours aux étudiants de master en mathématiques de l'Université de Timisoara, intitulé « *Lagrangian reduction and application in mechanics* » ayant pour but de présenter certaines applications de la géométrie différentielle et de la théorie des groupes de Lie à l'étude des symétries en mécanique lagrangienne.
2. Cours de master: "Analysis on manifolds" donné par Petru Mironescu (Université Lyon 1) et organisé en coopération avec l'École Normale Supérieure de Bucarest (avril 2014).
3. Cours de master: "Function spaces and introduction to PDEs" donné par Bernard Helffer (Université Paris-Sud) et organisé en coopération avec l'École Normale Supérieure de Bucarest (février 2014).

C] Ateliers de travail, colloques, conférences, partiellement financés par le LEA « Math- Mode »

1. **Colloque Franco-Roumain en Mathématiques Appliquées (Lyon, du 25 au 30 août 2014)**

Page Web de la conférence: <http://cfr2014.univ-lyon1.fr/index.php?texte=Home>

La réunion du Conseil scientifique du LEA a eu lieu pendant le Congrès franco-roumain (le 26 août 2014)

Le congrès franco-roumain en mathématiques appliquées a été partiellement financé par le LEA.

Comme ce fut le cas pour les congrès précédents, il a eu beaucoup de succès. Voici quelques données numériques :

Nombre de participants : 165

Nombre de conférences plénières : 19

Nombre de sessions : 7 (Analyse, Analyse numérique, Biomathématiques, Images-matériaux-structures, Mécanique, Processus stochastiques, Statistique)

Nombre d'orateurs dans les sessions : 106

2. **Conférence internationale: Mathematical aspects of solid state physics, quantum transport and spectral analysis (Bucarest, du 1 au 3 juillet 2014)**

Page Web de la conférence: <http://imar.ro/ConfGN/speakers.php>

Organisé par l'Institut de Mathématique « Simion Stoilow » de l'Académie Roumaine avec le support du « Danish Council for Independent Research and Natural Sciences », de la « ANCS Commission for Scientific Meetings and Exhibitions » et du « SOFTWIN Group ». La Conférence a réuni 23 participants dont 4 participants français. Il y a eu 13 exposés de conférenciers invités.

3. **Ecole d'été en Mathématiques Appliquées (Sinaia, du 2 au 10 juillet 2014)**

Participants: une trentaine d'étudiants (niveau Master ou Doctorat)

Thématiques : Calcul scientifique, Mathématiques et biologie.

But : Sensibiliser de jeunes étudiants de Roumanie et des pays voisins, ainsi que des étudiants français à des thématiques de pointe en mathématiques appliquées

Enseignants français : A. Decoene (Université Paris-Sud), Denis Gueyffier (ONERA), Gael Raoul (CNRS, CEFE Montpellier)

Cours : Mathematical models for biological flows (A. Decoene) ; Fisher KPP models in population dynamics (G. Raoul) ; Introduction to Fast Solvers (D. Gueyffier) ; Numerical methods for PDEs (Liviu Marin, Université de Bucarest)