

Modélisation Mathématique en Mécanique du Contact: Analyse, Optimisation et Approche Numérique des Modèles

Projet de recherche dans le cadre du programme Math Mode du
Laboratoire Européen associé CNRS Franco-Roumain

présenté par

Mircea Sofonea

Professeur à l'Université de Perpignan

et

Dan Tiba

Directeur de Recherches, IMAR, Bucarest

Contenu

1. Objectif scientifique du projet	2
2. Description du projet	3
3. Participants	8
4. Contexte de la coopération et les relations existantes	9
5. Equipement disponible pour la réalisation du projet	10
6. Résultats attendus et perspectives	10
7. Activités envisagées	11
8. Financement demandé au LEA	12
9. CV des participants	12

1. Objectif scientifique du projet

Les phénomènes de contact impliquant des corps déformables abondent dans l'industrie et dans la vie de tous les jours ; ils sont variés, fortement non linéaires et complexes ; ils jouent un rôle important dans les structures et les systèmes mécaniques. La littérature mathématique dédiée à l'étude des phénomènes de contact pour les solides déformables est assez récente. L'une des premières publications mathématiques concernant ce sujet est celle de Signorini [29], où le problème de contact unilatéral entre un corps linéairement élastique et une fondation rigide est formulé. Il s'ensuit le travail de Fichera [9] où le problème de Signorini a été résolu, en utilisant des arguments des inéquations variationnelles de type elliptique. Ceci étant dit, on peut affirmer sans beaucoup se tromper que l'étude mathématique des problèmes de contact commence réellement avec la monographie de Duvaut et Lions [7], qui a le mérite de présenter la formulation variationnelle de plusieurs problèmes de contact, accompagnée de résultats d'existence et d'unicité de la solution. D'autres références incontournables sont les livres de Panagiotopoulos [22], Kikuchi et Oden [14], Hlaváček, Haslinger, Nečas et Lovíšek [12], dans les deux dernières l'analyse numérique de quelques problèmes de contact étant présentée. Loin de faire une énumération complète, nous citons aussi les ouvrages édités de Raous, Jean et Moreau [25] et Martins et Monteiro Marques [19], qui présentent l'état de l'art dans le domaine.

Des progrès importants ont été réalisés ces derniers temps dans la modélisation, l'analyse mathématique et la modélisation numérique des problèmes de contact et, comme conséquence, une discipline à part entière est née, la Théorie Mathématique de la Mécanique du Contact (TMMC). Son objectif est celui d'étudier les problèmes aux limites décrivant le contact des corps déformables en prenant en considération les différentes lois de comportement, cadres géométriques et conditions de contact. Cette étude concerne aussi bien la construction des modèles de contact que l'existence, l'unicité, la régularité, le comportement, le contrôle ainsi que l'approximation numérique des solutions et les méthodes numériques de résolution. Compte tenu de leur complexité inhérente, les phénomènes de contact sont modélisés à travers des problèmes aux limites non linéaires, difficiles, nécessitant des outils mathématiques et numériques spécifiques, nouveaux et innovants.

L'objectif de ce projet est de développer ces outils mathématiques ainsi que de les mettre à l'oeuvre dans l'étude de nouveaux problèmes de contact. Plus précisément, nous nous proposons d'obtenir des résultats d'existence, d'unicité et de comportement de la solution pour différents systèmes couplant des équations non linéaires, elliptiques ou d'évolution; nous complétons cette étude avec des résultats concernant le contrôle et l'optimisation de ces systèmes. Ces résultats seront ensuite utilisés dans l'analyse variationnelle et l'optimisation de quelques problèmes de contact impliquant des corps élastiques, viscoélastiques ou viscoplastiques. Par ailleurs, nous nous intéressons aussi aux méthodes numériques de résolution de ces problèmes, afin de tester d'une part nos résultats théoriques mais également afin de concevoir des outils numériques innovants. De cette façon nous souhaitons illustrer la fertilisation croisée qui existe entre la modélisation et les applications, d'une part, et l'analyse mathématique, d'autre part.

2. Description du projet

Les activités de recherche dans le cadre de ce projet sont groupés en 2 axes principaux, identifiés ci-dessous par les lettres *a*) et *b*), dont les descriptions sont les suivantes.

a) Analyse et optimisation des structures mécaniques en contact

Cet axe de recherche consiste à étudier les équations aux dérivées partielles non linéaires modélisant les problèmes de contact avec ou sans frottement. Nous allons considérer des modèles mathématiques capables de prendre en considération à la fois les différents comportements des matériaux (élastique, viscoélastique ou viscoplastique) et les phénomènes sous-jacents au contact (le frottement, l'usure, l'adhésion, les effets thermiques). Une attention particulière sera accordée à l'étude des problèmes de contact piézoélectrique. Les matériaux piézoélectriques sont des matériaux qui présentent un couplage entre leurs propriétés mécaniques et électriques et, à ce titre, ils sont utilisés dans plusieurs secteurs d'activité industrielle. Les problèmes de contact piézoélectrique sont nouveaux, d'actualité et assez peu explorés du point de vue mathématique; leur étude présente un intérêt scientifique considérable dans le domaine de l'ingénierie et la physique. Par ailleurs, nous envisageons d'étudier des problèmes de contact associés à des géométries spécifiques (poutres, barres, arches, plaques, coques) ainsi qu'à des états particuliers de déformation (plane ou antiplane). Une attention particulière sera accordée aux hypothèses de régularité géométrique et à leur relaxation.

Dans le but d'établir une étude mathématique complète des problèmes de contact, nos travaux de recherche dans cet axe vont porter sur deux thèmes, que nous décrivons ci-dessous.

a₁) Analyse variationnelle des problèmes de contact

Nous allons proposer des formulations variationnelles des différents modèles de contact, pour lesquelles nous envisageons d'obtenir des résultats allant de l'existence et l'unicité des solutions faibles à la régularité et au comportement asymptotique de ces solutions. Pour y parvenir, nous envisageons d'utiliser des méthodes de monotonie, de compacité, de régularisation, de discrétisation temporelle et point fixe. De cette façon, nous envisageons de compléter les résultats que nous avons déjà obtenus dans ce domaine de recherche, dont une partie a été incluse dans [10, 28, 30]. La méthode variationnelle avec contrôle (control variational method) [21, 31] sera aussi appliquée pour les problèmes de contact. La considération des phénomènes de contact amène très souvent à des problèmes mathématiques nouveaux, formulés en termes d'inclusions différentielles ou d'inéquations variationnelles d'évolution. Dans un souci de lisibilité, nous nous intéresserons aussi à l'étude des inéquations variationnelles dans un cadre variationnel abstrait.

a₂) Optimisation des problèmes de contact

Ce thème concerne le contrôle optimal des inéquations variationnelles décrivant les modèles de contact ainsi que des problèmes d'optimisation de la forme. L'étude de ces dernières est

étroitement liée à l'étude du contrôle des coefficients qui apparaissent dans la formulation variationnelle de différents problèmes de contact, voir par exemple [21, 24]. Nous envisageons d'étudier plusieurs problèmes de ce type, concernant l'optimisation des structures mécaniques comme les barres, les plaques et les coques. Au delà de cette étude, nous nous intéressons aux liens qui existent entre ces problèmes, illustrés par la méthode des transformations introduite par Murat et Simon [20], voire aussi [6, 27]. Une attention particulière sera accordée aux problèmes de contrôle des structures piézoélectriques minces en contact. Dans l'étude de ces problèmes notre souci sera de relaxer les hypothèses de régularité, afin d'élargir le champ d'application de nos résultats. Nous espérons pouvoir obtenir des résultats d'existence pour différents modèles d'arches et de poutres, sous des hypothèses de régularité qui sont de degré inférieur à un ou deux par rapport aux hypothèses utilisées dans la littérature.

b) Approche numérique des modèles de contact avec ou sans frottement

Dans cet axe, nous proposons de nous intéresser à la modélisation mathématique et numérique des problèmes d'impacts non linéaires impliquant à la fois la dynamique, les grandes déformations et les conditions de contact et de frottement. Ces modélisations seront basées sur une formulation continue et discrète des problèmes considérés. La motivation première de ces problèmes de contact hyperélastodynamiques provient de l'étude de l'impact de matériaux cellulaires, tels que les mousses artificielles (voir Figure 1) ou le bois.

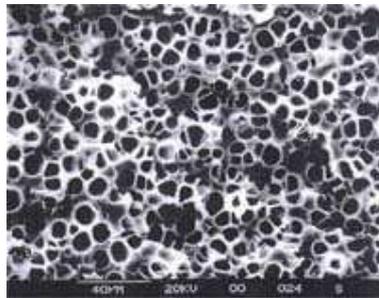


Figure 1: Mousse microcellulaire artificielle.

Les fortes sollicitations, comme celles engendrées par des impacts, conduisent au sein du milieu cellulaire dans un premier temps au flambement des parois cellulaires puis à l'auto-contact des cellules creuses (voir Figure 2). Ce type de problème est très important dans de nombreuses applications d'ingénierie telles que l'étude de l'absorption des chocs pour les mousses métalliques dans l'industrie automobile.

Dans le but d'établir une modélisation numérique adaptée et performante des problèmes de contact hyperélastodynamiques, nos travaux de recherche vont alors porter sur trois thèmes, que nous décrivons ci-dessous.

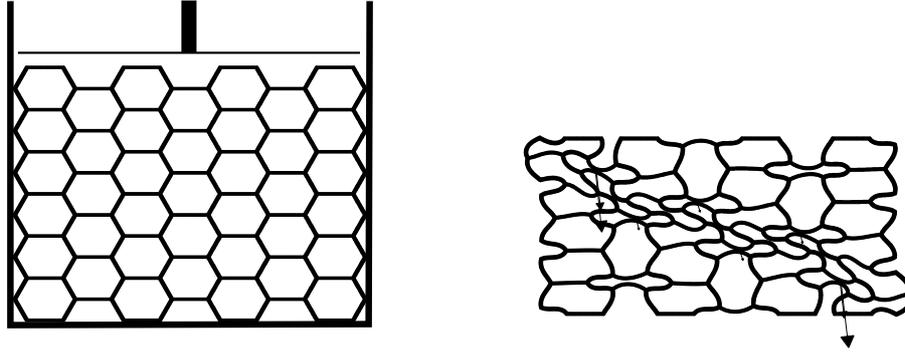


Figure 2: Configuration initiale et déformation par forte compression (37%) d'un réseau cellulaire composé de 39 cellules hexagonales.

b₁) Formulation continue et discrète de problèmes d'impact/contact dans le cadre des grandes déformations

L'idée principale est de proposer une formulation continue de la mécanique du contact bien adaptée aux problèmes en grandes déformations et d'en déduire ainsi une discrétisation appropriée. Pour cela, il semble nécessaire de considérer certaines propriétés d'indifférence matérielle et d'objectivité, spécifiques au formalisme des grandes déformations; cela a pour conséquence de considérer des définitions appropriées pour les variables cinématiques et sthéniques ainsi que pour leurs relations conjuguées intervenant dans les conditions de contact. En d'autres termes, les variables doivent être définies de telle façon qu'elles soient bien adaptées non seulement à la résolution numérique mais également au formalisme continu de type grandes déformations, avec une attention particulière concernant le respect des propriétés énergétiques. Dans le but de proposer une formulation continue de la mécanique du contact adaptée, nous pouvons utiliser les travaux réalisés dans cette direction par Curnier-He-Klarbring [8] et Pietrzak-Curnier [23]. Une fois ce formalisme continu établi, nous fournirons alors une formulation discrète des problèmes dynamiques de contact dans le cadre des grandes déformations.

b₂) Conception et analyse de schémas implicites en temps avec des propriétés de type conservation de l'énergie et de stabilité pour les problèmes de contact hyperélastodynamiques.

Durant ces dernières années, la construction de schémas numériques d'intégration en temps de type conservation de l'énergie pour la résolution de problèmes élastodynamiques non linéaires a attiré l'intérêt de nombreux chercheurs. Par ailleurs, plusieurs travaux ont concerné l'extension de ces méthodes conservatives aux problèmes d'impacts d'abord en l'absence de frottement, puis avec frottement. On peut se référer par exemple aux travaux de Laursen-Chawla [15], Laursen-Love [16], Hauret-Le Tallec [11], Khenous-Laborde-Renard [13], Renard [26] et Ayyad-Barboteu [2]. Dans ce thème, notre but est de continuer et de combiner les travaux réalisés dans [13] et [2] ceci afin de proposer un schéma d'intégration original et efficace, possédant à la fois des propriétés de type conservation de l'énergie et de stabilité pour

la résolution des problèmes hyperélastodynamiques avec contact et frottement. L'efficacité de ces schémas sera testée sur des exemples académiques (impact d'une balle) mais également sur des applications issues du domaine de l'ingénierie telles que l'impact d'un milieu cellulaire.

b₃) Conception et analyse de méthodes de décomposition de domaines de type Schwarz pour la résolution des problèmes élastodynamiques en grandes déformations avec conditions de contact et de frottement

Les problèmes non linéaires de type évolution impliquant un grand nombre de degrés de liberté sont généralement caractérisés par des temps CPU de calculs importants. Donc, dans le but de réduire les temps de résolution, il est naturel d'utiliser des méthodes parallélisables de décomposition de domaine de type Schwarz [17]. Dans ce thème, plusieurs investigations concernant la construction et l'analyse de méthodes de Schwarz de type "Balancing Domain Decomposition methods with Constraints" (BDDC, voir par exemple [18]) seront menées dans le but de résoudre les problèmes hyperélastodynamiques avec contact et frottement. Ces travaux concerneront à la fois les adaptations numériques des schémas BDDC et la convergence théorique des méthodes. La convergence théorique pourra utiliser entre autres les travaux réalisés dans [3, 4] sur les méthodes de Schwarz pour des problèmes dynamiques de contact alors que les adaptations numériques seront basées sur les travaux préliminaires [1] et [5], qui concernent respectivement la résolution de problèmes hyperélastodynamiques sans contact, et la résolution de problèmes élastostatiques linéaires avec contact et frottement.

References

- [1] P. Alart, M. Barboteu, P. Le Tallec et M. Vidrascu, Méthode de Schwarz additive avec solveur grossier pour problèmes non-symétriques, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Series I 331 (2000), 399–404.
- [2] Y. Ayyad and M. Barboteu, Formulation and analysis of two energy-consistent methods for nonlinear elastodynamic frictional contact problems, Journal of Computational and Applied Mathematics, In Press, Accepted Manuscript, Available online 30 September 2008.
- [3] L. Badea, I. Ionescu and S. Wolf, Domain decomposition method for dynamic faulting under slip-dependent friction, J. of Computational Physics 201 (2004), 487-510.
- [4] L. Badea, I. Ionescu and S. Wolf, Schwarz method for earthquake source dynamics, J. of Computational Physics 227 (2008), 3824-3848.
- [5] M. Barboteu, Construction du préconditionneur Neumann-Neumann de décomposition de domaines de niveau 2 pour des problèmes élastodynamiques en grandes déformations, Comptes Rendus de Mathématiques de l'Académie des Sciences, Série I 340 (2005), 171–176.

- [6] M.C. Delfour, J.-P. Zolésio, Shapes and Geometries: Analysis, Differential Calculus and Optimization, SIAM, Philadelphia, 2001.
- [7] G. Duvaut, J.L. Lions, Les inéquations en Mécanique et en Physique, Dunod, Paris, 1972.
- [8] A. Curnier, Q.C. He and A. Klarbring, Continuum mechanics modelling of large deformation contact with friction. Contact Mechanics, Plenum Press, New York (1995), 56-62.
- [9] G. Fichera, Problemi elastostatici con vincoli unilaterali. II. Problema di Signorini con ambigue condizioni al contorno, Mem. Accad. Naz. Lincei, S. VIII, Vol. VII, Sez. I, 5 (1964), 91–140.
- [10] W. Han, M. Sofonea, Quasistatic Contact Problems in Viscoelasticity and Viscoplasticity, Studies in Advanced Mathematics, Vol. 30, American Mathematical Society, Providence, RI –International Press, Somerville, MA, 2002.
- [11] P. Hauret and P. Le Tallec, Energy-controlling time integration methods for nonlinear elastodynamics and low-velocity impact, Comput. Meth. Appl. Mech. Engrg. 195 (2006), 4890–4916.
- [12] I. Hlaváček, J. Haslinger, J. Nečas, J. Lovíšek, Solution of Variational Inequalities in Mechanics, Springer-Verlag, New York, 1988.
- [13] H. B. Khenous, P. Laborde and Y. Renard, On the discretization of contact problems in elastodynamics, Lecture Notes in Appl. Comp. Mech. 27 (2006), 31–38.
- [14] N. Kikuchi, J.T. Oden, Contact Problems in Elasticity: A Study of Variational Inequalities and Finite Element Methods, SIAM, Philadelphia, 1988.
- [15] T. Laursen and V. Chawla, Design of energy conserving algorithms for frictionless dynamic contact problems, Int. J. Numer. Methods Engrg. 40 (1997), 863–886.
- [16] T. Laursen and G. Love, Improved implicit integrators for transient impact problems; dynamic frictional dissipation within an admissible conserving framework, Comput. Meth. Appl. Mech. Engrg. 192 (2003), 2223–2248.
- [17] J. Mandel, Balancing domain decomposition, Communications in Appl. Num. Meth. 9 (1993), 233–241.
- [18] J. Mandel, C. R. Dohrmann., Convergence of a Balancing Domain Decomposition by Constraints and Energy Minimization, Numer. Lin. Alg. Appl. 10 (2003), 639–659.
- [19] J. A.C. Martins, M.D.P. Monteiro Marques MDP, eds., Contact Mechanics, Kluwer, Dordrecht, 2002.
- [20] F. Murat et J. Simon, Etude de problèmes d’optimal design, Lecture Notes Computer Science 41, Springer (1976), 54-62.

- [21] P. Neittaanmaki, J. Sprekels and D. Tiba, Optimization of Elliptic Systems. Theory and Applications. Springer, New York, 2006.
- [22] P.D. Panagiotopoulos, Inequality Problems in Mechanics and Applications, Birkhäuser, Boston, 1985.
- [23] G. Pietrzak and A.Curnier, Continuum mechanics modelling and augmented Lagrangian formulation of multibody, large deformation frictional contact problems, Comput. Plast., CIMNE (1997), 878–973.
- [24] O. Pironneau, Optimal Shape Design for Elliptic Systems. Springer, Berlin, 1984.
- [25] M. Raous, M. Jean, J.J. Moreau, eds., Contact Mechanics, Plenum Press, New York, 1995.
- [26] Y. Renard, A class of well-posed approximations for constrained second order hyperbolic equations, submitted.
- [27] J. Sokolowski, J.-P. Zolésio, Introduction to Shape Optimization. Shape Sensitivity Analysis, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- [28] M. Shillor, M. Sofonea, J.J. Telega, Models and Analysis of Quasistatic Contact. Variational Methods, Lecture Notes in Physics, Vol. 655, Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- [29] Signorini A, Sopra alcune questioni di elastostatica, Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, 1933.
- [30] M. Sofonea and A. Matei, *Variational Inequalities with Applications. A Study of Antiplane Frictional Contact Problems*, Advances in Mechanics and Mathematics, Vol. 18, Springer, New York, 2009.
- [31] J. Sprekels, D. Tiba, Control variational methods for differential equations, ISNM 139, Birkhauser, Basel, 2002.

3. Participants

Les équipes travaillant dans ce projet de recherche sont formées des chercheurs appartenant au Laboratoire de Mathématiques, Physique et Systèmes (LAMPS, EA 4217) de l'Université de Perpignan (France), à l'Institut *Camille Jordan* -UMR 5208 (Pôle de Mathématiques, INSA de Lyon, France), à l'Institut de Mathématiques *Simion Stoilow* (IMAR) de Bucarest (Roumanie) et à l'Université de Craiova (Roumanie). Ces équipes incluent des chercheurs reconnus et actifs dans leurs domaines de recherche, ayant été impliqués dans des collaborations internationales variées qui ont donné lieu à un nombre important de publications. La composition des équipes incluant les domaines de compétences de chaque membre est la suivante :

Equipe française :

- Mikaël Barbotou, Maître de Conférences habilité, Laboratoire de Mathématiques, Physique et Systèmes (LAMPS, EA 4217) de l'Université de Perpignan - modélisation des problèmes non linéaires de grande taille, mécanique du contact, calcul scientifique.
- Yves Renard, Professeur, Institut *Camille Jordan* - UMR 5208, Pôle de Mathématiques, INSA de Lyon - schémas numériques en mécanique et dynamique du contact, existence et unicité des problèmes de contact, méthodes des éléments finis étendus, interaction fluide-structure.
- Mircea Sofonea, Professeur, Laboratoire de Mathématiques, Physique et Systèmes (LAMPS, EA 4217) de l'Université de Perpignan - modélisation du contact, inéquations variationnelles, e.d.p. non linéaires, mécanique des solides.

Equipe roumaine :

- Lori Badea, Directeur de Recherches, IMAR de Bucarest - méthodes de décomposition de domaines, approche numérique des inéquations variationnelles, calcul scientifique.
- Andaluzia Matei, Maître de Conférences à l'Université Craiova - modélisation du contact, inéquations variationnelles, schémas numériques en mécanique du contact.
- Dan Tiba, Directeur de Recherches, IMAR de Bucarest - optimisation des formes, contrôle optimal des e.d.p., inéquations variationnelles, élasticité linéaire.

Un bref CV de chaque participant au projet est présenté à la fin de ce document. Il en résulte que les champs d'intérêt des membres des équipes sont variés et complémentaires, relevant aussi bien des Mathématiques Appliquées que de la Mécanique et du Calcul Scientifique. Pour cette raison, on peut légitimement espérer qu'en joignant leur expérience et leurs efforts, les membres des deux équipes vont réaliser avec succès les objectifs de ce projet. Les responsables du projet sont Mircea Sofonea (pour la partie française) et Dan Tiba (pour la partie roumaine).

4. Contexte de la coopération et des relations existantes

Des contacts entre les membres des équipes existent depuis longtemps. En effet, Mircea Sofonea a passé son Doctorat en Mathématiques à Bucarest et il a activé en tant que chargé de recherches à l'IMAR de Bucarest, de 1990 à 1993, avant d'être recruté sur un poste permanent en France. Andaluzia Matei a préparé sa thèse de doctorat à Perpignan, de 2001 à 2002,

sous la direction de Mircea Sofonea; cette thèse s'est réalisée dans le cadre du programme *Erasmus-Socrates* entre l'Université de Craiova et l'Université de Perpignan. Dan Tiba a visité à plusieurs reprises l'Université de Perpignan, en 1997 et 2000, pour des séjours scientifiques de courte durée. Par ailleurs, Mikaël Barbotéu, Mircea Sofonea et Andaluzia Matei ont collaboré activement dans le cadre du projet d'action intégrée Brâncuși No. 06080RF/03, géré par l'EGIDE (2003-2004). Enfin, la quasi-totalité des chercheurs impliqués dans ce projet se sont rencontrés à Perpignan, Craiova, Chambéry et Braşov en 2002, 2004, 2006 et 2008, lors de la 6^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et respectivement 9^{ème} édition du Colloque franco-roumain de Mathématiques Appliquées. On peut aussi remarquer que, au delà de la convergence de leurs intérêts scientifiques, une partie des chercheurs impliqués dans ce projet ont déjà activement collaboré entre eux; cette collaboration a été sanctionnée par des publications communes, telles que l'attestent les CV annexés à la fin de ce document.

5. Equipement disponible pour la réalisation du projet

Les simulations numériques liées à ce projet s'effectueront à Perpignan, Lyon et Bucarest. Les laboratoires concernés disposent d'un parc informatique important ainsi que de divers produits logiciels, qui suffisent amplement aux besoins du projet. A titre d'exemple, pour la réalisation du projet, le Laboratoire de Mathématiques, Physique et Systèmes de l'Université de Perpignan met à disposition 4 stations sous Windows XP et Linux, une station SUN sous Unix et une connexion possible sur un serveur de calcul (Digital Unix) du service informatique de l'Université de Perpignan, ainsi que des heures de calcul parallèle réalisables sur l'IBM P1600 et cluster HP XC opteron du CINES à Montpellier. Les logiciels de calcul disponibles sont GETFEM++, Modulef, Cast3M ainsi que des codes personnels. De ce fait, aucun financement destiné à améliorer le parc informatique n'est demandé au LEA, dans le cadre de ce projet.

6. Résultats attendus et perspectives

Dans le cadre de ce projet nous espérons obtenir de nouveaux résultats concernant:

- l'existence et l'unicité des solutions pour des systèmes d'inéquations variationnelles;
- la régularité de ces solutions, leur stabilité ainsi que leur comportement asymptotique;
- l'optimisation et le contrôle optimal des différents systèmes elliptiques;
- la construction des modèles de contact motivés par des applications industrielles;
- l'analyse variationnelle, le contrôle et l'optimisation de ces modèles;

- l'analyse des schémas d'approximation numérique, incluant des résultats de convergence pour les solutions discrètes ainsi que des résultats d'estimation de l'erreur;
- la construction des algorithmes performants pour l'approximation numérique des modèles, garantissant leur convergence;
- l'implémentation des algorithmes dans des codes numériques et leur validation à travers des problèmes test, académiques ou issus des applications industrielles.

Les résultats obtenus feront l'objet de plusieurs publications conjointes dans des revues de qualité ainsi que des communications dans des conférences internationales. Par ailleurs, ils seront présentés dans le cadre d'un mini-symposium dédié à la thématique du projet, dans le cadre du 10^{ème} Colloque franco-roumain de Mathématiques Appliquées qui se tiendra à Poitiers du 26 au 31 août 2010.

7. Activités envisagées

Ce projet est prévu pour les deux ans 2009 et 2010. Afin de parvenir à la réalisation de ces objectifs, les activités suivantes sont envisagées:

- pour l'année 2009 :

- Visite de Dan Tiba à Perpignan - 2 semaines en mai 2009. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1500 euros.
- Visite de Mircea Sofonea à Bucarest et Craiova - 2 semaines en septembre 2009. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1500 euros.
- Visite de Lori Badea à Lyon et Perpignan - 2 semaines en octobre 2009. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1500 euros.
- Visite de Yves Renard à Bucarest - 1 semaine en novembre 2009. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1000 euros.

- pour l'année 2010 :

- Visite de Dan Tiba à Perpignan - 1 semaine en janvier 2010. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1000 euros.
- Visite de Mircea Sofonea à Bucarest - 1 semaine en mars 2010. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1000 euros.

- Visite de Andaluzia Matei à Perpignan - 1 semaine en mai 2010. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1000 euros.
- Visite de Mikaël Barboteu à Bucarest - 1 semaine en juin 2010. Les frais de voyage et de séjour sont estimés à 1000 euros.
- Organisation d'un mini-symposium sur le sujet du projet, dans le cadre du 10^{ème} Colloque franco-roumain de Mathématiques Appliquées qui se tiendra à Poitiers du 26 au 31 août 2010. Les 6 chercheurs impliqués dans ce projet vont y participer et vont présenter les résultats de leur collaboration. Une rencontre de fin de projet sera organisée à cette occasion. Les frais de voyage et de séjour des 6 chercheurs sont estimés à 4500 euros.

Par ailleurs, pour le bon fonctionnement du projet, un appui logistique annuel de 1000 euros est nécessaire, couvrant les frais de communication, impression et affranchissement, pour toute la durée du projet (2009-2010).

TOTAL : $(3 \times 1500 + 5 \times 1000 + 4500 + 2000)$ euros = 16 000 euros, dont 6 500 euros en 2009 et 9 500 euros en 2010.

8. Financement demandé au LEA

Les frais de voyages correspondant aux missions ci-dessus seront pris en charge par les établissements d'origine de chaque chercheur. Il en est de même pour les frais de communication, impression et affranchissement. Nous demandons donc au LEA la prise en charge des frais de séjours correspondant aux missions, au niveau forfaitaire de 1000 euros pour les missions de deux semaines, 700 euros pour les missions d'une semaine, et 400 euros pour la participation au colloque de Poitiers. En conséquence, la part de financement demandée au LEA pour la durée totale du projet s'élève à $(3 \times 1000 + 5 \times 700 + 6 \times 400)$ euros = 8 900 euros. Cette somme est ventilée de la façon suivante : 3700 euros en 2009 et 5 200 euros en 2010.

9. CV des participants

Un bref CV des participants au projet est présenté dans les pages qui suivent. Pour plus de détails sur leurs activités scientifiques, se référer aux pages web personnelles.

LORI BADEA

Donées personnelles :

- Date et lieu de naissance : 9 août 1948, Visinesti, Roumanie.
- Nationalité : Roumaine.
- Situation de famille : Marié, 2 enfants.
- Fonction actuelle : Directeur de recherches de première classe à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.
- Adresse administrative: *Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine*
21, Calea Grivitei, Sector 1, 010702 Bucarest
Tél. (40) 21 31 96 506, Fax. (40) 21 31 96 505.
- Adresse E-mail: lori.badea@imar.ro

Cursus universitaire :

- 1966 : Baccalauréat, Lycée no. 2 de Bârlad, Roumanie.
- 1971 : Maîtrise de mathématiques à l'Université de Bucarest, Faculté de Mathématiques et Mécanique, Roumanie.
- 1992 : Doctorat en Mathématiques Appliquées, Université de Paris 6, France.

Fonctions successives :

- 1971–1974 : Analyste de systèmes à l'Institut Central pour l'Informatique, Bucarest.
- 1975–1975 : Chercheur à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.
- 1975–1990 : Chargé de recherches à l'Institut d'Etudes et de Projets Energétiques, Bucarest.
- 1990–1996 : Chargé de recherches à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.
- 1996–1999 : Directeur de recherches de deuxième classe à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.
- 1999-présent : Directeur de recherches de première classe à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.

Distinctions :

- Prix "Spiru Haret" de l'Académie Roumaine pour l'année 1999, Section des Mathématiques.

Responsabilités scientifiques :

- Membre de le comité international de 2 conférences internationales.
- Rapporteur dans 12 revues internationales.
- Responsable de sous-thèmes de recherche dans 3 projets de coopération internationale.
- Directeur dans 1 projet du Conseil National de la Recherche Scientifique de l'Enseignement Supérieur (CNCSIS).
- Collaboration dans 3 projets du CNCSIS.
- Professeur ou chercheur invité à: ENS de Cachan (France), Centre de Mise en Forme des Matériaux de Sophia Antipolis (France), Université de Paris 6 (France), Institut Polytechnique de Grenoble (France), Université Paris 13 (France), Université de Savoie (France), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse), Université de Bonn (Allemagne), Université de Bergen (Norvège), Texas A&M University (Etats Unis).

Domaine de recherche : Méthodes de décomposition des domaines pour EDP, méthodes de domaines fictifs, problèmes de frontière libre, méthodes numériques pour de problèmes financiers, calcul parallèle, méthodes de calcul numérique pour de problèmes non linéaires de la mécanique et de la thermodynamique.

Publications (bilan général) :

- 3 livres.
- 21 articles dans des revues listées dans *Science Citation Index*.
- 7 articles dans d'autres revues internationales avec comité de lecture.
- 15 articles dans des ouvrages édités.
- 12 rapports internes.

Publications (liste selective de 10 articles au maximum) :

1. L. BADEA AND J. WANG, An Additive Schwarz method for variational inequalities, *Math. of Comp.*, **69**, 232, 2000, pp. 1341-1354.
2. L. BADEA AND P. DARIPA, On a boundary control approach to embedding domain method, *SIAM J. on Control and Optimization*, Vol. 40, No. 2, 2001, pp. 421-449.
3. L. BADEA, X.-C. TAI AND J. WANG, Convergence rate analysis of a multiplicative Schwarz method for variational inequalities, *SIAM J. on Num. Anal.*, vol. 41, nr. 3, 2003, pp. 1052-1073.
4. L. BADEA, Convergence rate of a multiplicative Schwarz method for strongly nonlinear variational inequalities, in *Analysis and Optimization of Differential Systems*, V.Barbu, I. Lasiecka, D. Tiba and C. Varsan, Eds, Kluwer Academic Publishers, 2003, pp. 31-42.
5. L. BADEA, On the Schwarz-Neumann method with an arbitrary number of domains, *IMA J. Num. Anal.*, **24**, 2004, pp. 215-238.
6. L. BADEA, I. IONESCU AND S. WOLF, Domain decomposition method for dynamic faulting under slip-dependent friction, *J. of Comptational Phisics*, 201, 2004, pp. 487-510.
7. L. BADEA, Convergence rate of a Schwarz multilevel method for the constrained minimization of non-quadratic functionals, *SIAM J. Numer. Anal.*, vol. 44, no. 2, 2006, pp. 449-477.
8. L. BADEA, Additive Schwarz method for the constrained minimization of functionals in reflexive Banach spaces, in U. Langer et al. (eds.), *Domain decomposition methods in science and engineering XVII*, LNSE 60, Springer, 2008, pp. 427-434.
9. L. BADEA, Schwarz methods for inequalities with contraction operators, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 215, 1, 2008, pp. 196-219 (doi:10.1016/j.cam.2007.04.004).
10. L. BADEA, I. IONESCU AND S. WOLF, Schwarz method for earthquake source dynamics, *J. of Comptational Phisics*, 227, 8, 2008, pp. 3824-3848 (doi:10.1016/j.jcp.2007.11.044).

MIKAEL BARBOTEU

Donées personnelles :

- Date et lieu de naissance : 15 Avril 1972, Carcassonne, Département de l'Aude, France.
- Nationalité : Française.
- Situation de famille : Marié, 2 enfants.
- Fonction actuelle : Maître de conférences à l'Université de Perpignan.
- Adresse administrative: *Laboratoire de Mathématiques, Physique et Systèmes* (EA 4217), Université de Perpignan, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan, Tél. 04 68 66 17 64, Fax. 04 68 66 17 60.
- Adresse E-mail: barboteu@univ-perp.fr

Cursus universitaire :

- 1995 : DEA de Mathématiques et Mécanique Théorique, Université de Montpellier II.
- 1999 : Thèse de Doctorat en Mathématiques Appliquées, Université de Montpellier II.
- 2006 : Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Perpignan.

Fonctions successives :

- 1999–2000 : Attaché temporaire d'enseignement et de recherche à l'Université de Montpellier II.
- 2000–présent : Maître de conférences à l'Université de Perpignan.

Responsabilités scientifiques :

- Direction de 5 de thèses de doctorat (soutenues).
- Co-organisateur de 2 colloques et journées thématiques avec participation internationale.
- Rapporteur dans 8 revues internationales.
- Collaboration dans 2 projets de coopération internationale.

Domaine de recherche : méthodes de décomposition de domaine, méthodes de préconditionnement, calcul parallèle, méthodes numériques pour les problèmes de contact avec frottement, applications aux structures multicontact.

Publications (bilan général) :

- 18 articles dans des revues listées dans *Science Citation Index*.
- 3 articles dans d'autres revues internationales avec comité de lecture.
- 20 articles dans des ouvrages édités.

Publications (liste selective de 10 articles au maximum) :

1. K. ACH, P. ALART, M. BARBOTEU, F. LEBON, B. M' BODJI, *Parallel frictional contact algorithms and industrial applications*, Computer Method in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 177, pp 169-181, 1999.
2. P. ALART, M. BARBOTEU, P. LE TALLEC ET M. VIDRASCU, *Méthode de Schwarz additive avec solveur grossier pour problèmes non-symétriques*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Series I, 331, pp 399-404, 2000.
3. M. BARBOTEU, P. ALART, M. VIDRASCU, *A domain decomposition strategy for non classical frictional multicontact problems*, Computer Method in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 190, pp 4785-4803, 2001.
4. M. BARBOTEU, W. HAN AND M. SOFONEA, *Numerical Analysis of a bilateral frictional contact problem for linearly elastic materials*, I.M.A. Journal of Numerical Analysis, Vol. 22, pp 407-436, 2002.
5. P. ALART, M. BARBOTEU ET M. RENOUF, *Parallel computational strategies for multicontact problems: applications to cellular and granular media*, International Journal for Multiscale Computational Engineering, Vol. 1, 419-430, 2003.
6. P. ALART, M. BARBOTEU ET J. GRIL, *A numerical modelling of nonlinear frictional multicontact problems: application to postbuckling in cellular media*, Computational Mechanics, Vol. 34, pp. 298-309, 2004.
7. M. BARBOTEU, *Construction du préconditionneur Neumann-Neumann de décomposition de domaines de niveau 2 pour des problèmes élastodynamiques en grandes déformations*, Comptes Rendus de Mathématiques de l'Académie des Sciences, Série I Vol. 340, pp. 171-176, 2005.
8. M. BARBOTEU, *An adapted coarse space for Balancing domain decomposition method to solve nonlinear elastodynamic problems*, Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XVI, Lecture Notes in Computational Science and Engineering, O. Widlund and D. Keyes (Eds.), Vol. 55, pp. 483-491, 2006.
9. Y. AYYAD AND M. BARBOTEU, *Formulation and analysis of two energy-consistent methods for nonlinear elastodynamic frictional contact problems*, Journal of Computational and Applied Mathematics, In Press, Accepted Manuscript, Available online 30 September 2008.

ANDALUZIA MATEI

Données personnelles :

- Date et lieu de naissance : 20 June 1972, Slatina, Département de Olt, Roumanie.
- Nationalité : Roumaine.
- Situation de famille : Mariée, 2 enfants.
- Fonction actuelle : Maître de conférences à l'Université de Craiova.
- Adresse administrative: Département de Mathématiques, Faculté de Mathématiques et Informatique, rue A.I.Cuza no 13 , 200585, Université de Craiova, Roumanie,
Tel: 0040.251.413.728, Fax: 0040.251.412.673
- Adresse E-mail: andaluziamatei2000@yahoo.com
- Page web: <http://inf.ucv.ro/amatei/>

Cursus universitaire:

- 1997: *DEA* de Mathématiques, Faculté de Mathématique et Informatique, Université de Craiova, Roumanie.
- 2002: Doctorat en Mathématiques Appliquées, *Modélisation mathématique en mécanique du contact*, à Université de Perpignan, sous la direction du Professeur *Mircea Sofonea*.
- 2003: Doctorat en Mathématiques, *Analyse variationnelle pour quelques problèmes aux limites dans la mécanique des solides déformables*, à Université de Craiova, Roumanie, sous la direction du Professeur *Vicentiu Radulescu*.
- 2004-2005: Post-doc effectué dans le cadre du Projet Européen *IHP Network on Non-linear Approximation and Adaptivity: Breaking Complexity in Numerical Modeling and Data Representation*, à l'Institute d'Analyse Appliquée et Simulations Numériques de Université de Stuttgart, sous la direction du Professeur Barbara Wohlmuth.

Fonctions successives :

- 1998–2001: *Preparator* à l'Université de Craiova.
- 2001–2005: *Asistent* à l'Université de Craiova.
- 2006–present: Maître de Conférences (*Lector*) à l'Université de Craiova.

Responsabilités scientifiques :

- Collaboration dans 2 projets de coopération internationale.
- Collaboration dans 3 projets de coopération nationale.
- Rapporteur AMS, ASME.

Domaine de recherche : modélisation des phénomènes de contact, méthodes variationnelles, schémas numériques en mécanique du contact.

Publications (bilan général) :

- 1 livre dans Springer, 2009.
- 5 articles dans des revues listées dans *Science Citation Index*.
- 8 articles dans d'autres revues internationales avec comité de lecture.
- 7 articles dans des ouvrages édités.

Publications (liste selective de 10 articles au maximum) :

1. M. Sofonea and A. Matei, Variational Inequalities with Applications. A Study of Antiplane Frictional Contact Problems, *Advances in Mechanics and Mathematics, Vol 18*, Springer, New York, 2009.
2. M. Sofonea, C. Avramescu and A. Matei, A Fixed point result with applications in the study of viscoplastic frictionless contact problems, *Communications on Pure and Applied Analysis*, 7(3), 645–658, 2008, ISSN 1534-0392 (print) ISSN 1553-5258 (electronic).
3. S. Hübner, A. Matei and B. Wohlmuth, Efficient algorithms for problems with friction, *SIAM Journal on Scientific Computing*, 29, 70-92, 2007.
4. M. Sofonea and A. Matei, An elastic contact problem with adhesion and normal compliance, *Journal of Applied Analysis*, 12(1),17–34, 2006, ISSN 1425-6908.
5. M. Sofonea, C. Niculescu and A. Matei, An antiplane contact problem for viscoelastic materials with long-term memory, *Mathematical Modelling and Analysis*, 11(2), 2006, ISSN 1392-6292 print, ISSN 1648-3510 online.
6. S. Hübner, A. Matei and B. Wohlmuth, A mixed variational formulation and an optimal a priori error estimate for a frictional contact problem in elasto-piezoelectricity, *Bull. Math. Soc. Math. Roumanie*, 48 (96), 2, 2005, 209-232, ISSN 1220 3874.
7. M. Sofonea and A. Matei, Elastic antiplane contact problem with adhesion, *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 53 , 962-972, 2002.
8. T.-V. Hoarau-Mantel and A. Matei, Analysis of a viscoelastic antiplane contact problem with slip dependent friction, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 12(1), 51-59, 2002, ISSN 1641-876X.
9. A. Matei, V.V. Motreanu and M. Sofonea, On the Signorini frictionless contact problem for linear viscoelastic materials, *Applicable Analysis*, 80, 177-199, 2001.
10. A. Matei, V.V. Motreanu and M. Sofonea, A quasistatic antiplane contact problem with slip dependent friction, *Advances in Nonlinear Variational Inequalities*, 4(2), 1-21, 2001.

YVES RENARD

Donées personnelles :

- Date et lieu de naissance : 11 Juin 1968, Angers, Maine et Loire, France.
- Nationalité : française.
- Situation de famille : vie maritale, 1 enfant.
- Fonction actuelle : Professeur des universités à l'INSA-Lyon.
- Adresse administrative: pôle de Mathématiques, laboratoire ICJ, UMR 5208, INSA-Lyon, 20, rue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex, FRANCE, Tél. 04 72 43 87 08, Fax. 04 72 43 85 29.
- Adresse E-mail: Yves.Renard@insa-lyon.fr

Cursus universitaire :

- 1992 : DEA et Magistère de Mathématiques Appliquées, Université Joseph Fourier, Grenoble I.
- 1998 : Thèse de Doctorat en Mathématiques Appliquées à l'Université Joseph Fourier, Grenoble I.
- 2005 : Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paul Sabatier, Toulouse III.

Fonctions successives :

- 1997–1998 : Attaché temporaire d'enseignement et de recherche à l'Université Grenoble I.
- 1998–1999 : Assistant à l'Université de Zurich.
- 1999–2006 : Maître de Conférences à l'INSA-Toulouse.
- 2006–2007 : Maître de Conférences à l'INSA-Lyon.
- 2007–présent : Professeur à l'INSA-Lyon.

Responsabilités scientifiques :

- Co-direction de 5 de thèses de doctorat (2 soutenues).
- Organisateur d'un workshop avec participation internationale.
- Rapporteur dans 22 revues internationales.
- Participation à un projet financé par l'ANR. Participation à 5 contrats industriels de recherche. Responsable de 2 contrats industriels de recherche.

Domaines de recherche : approximation des équations aux dérivées partielles, méthodes des éléments finis, inéquations variationnelles, approximation des conditions de contact en statique et en transitoire, calcul en domaines fissurés, méthodes de domaines fictifs.

Publications (bilan général) :

- 25 publications parues ou acceptées dans des revues internationales avec comité de lecture.
- 3 publications soumises dans des revues internationales avec comité de lecture.
- 17 publications dans des actes de congrès.

Publications (liste selective de 10 articles au maximum) :

1. Y. RENARD. *A class of well-posed approximations for constrained second order hyperbolic equations*. submitted.
2. J. HASLINGER, Y. RENARD. *A new fictitious domain approach inspired by the extended finite element method*. Siam J. on Numer. Anal., to appear.
3. P. HILD, Y. RENARD. *Stabilized lagrange multiplier method for the finite element approximation of contact problems in elastostatics*. Submitted.
4. H. KHENOUS, P. LABORDE, Y. RENARD. *Mass redistribution method for finite element contact problems in elastodynamics*. Eur. J. Mech., A/Solids, 27(5):918-932, 2008.
5. P. LABORDE, Y. RENARD. *Fixed points strategies for elastostatic frictional contact problems*. Math. Meth. Appl. Sci., 31:415-441, 2008.
6. P. HILD, Y. RENARD. *An error estimate for the Signorini problem with Coulomb friction approximated by finite elements*. Siam J. Numer. Anal., 45(5):2012-2031, 2007.
7. Y. RENARD. *A uniqueness criterion for the Signorini problem with Coulomb friction*. Siam J. Math. Anal., 38, no. 2:452-467, 2006.
8. H. KHENOUS, J. POMMIER, Y. RENARD. *Hybrid discretization of the Signorini problem with Coulomb friction, theoretical aspects and comparison of some numerical solvers*. Applied Numerical Mathematics, 56/2:163-192, 2006.
9. P. HILD, Y. RENARD. *Local uniqueness and continuation of solutions for the discrete Coulomb friction problem in elastostatics*. Quart. Appl. Math., 63:553-573, 2005.
10. F. BEN BELGACEM, Y. RENARD. *Hybrid finite element methods for Signorini's problem*. Math. Comp., 72:1117-1145, 2003.

MIRCEA SOFONEA

Données personnelles :

- Date et lieu de naissance : 25 Juin 1957, Iliia, Département de Hounedoara, Roumanie.
- Nationalité : Française.
- Situation de famille : Marié, 1 enfant.
- Fonction actuelle : Professeur de 1 ère classe à l'Université de Perpignan.
- Adresse administrative: *Laboratoire de Mathématiques et Physique pour des Systèmes* (EA 4217), Université de Perpignan, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan, Tél. 04 68 66 17 65, Fax. 04 68 66 17 60.
- Adresse E-mail: sofonea@univ-perp.fr
- Page web personnelle : <http://gala.univ-perp.fr/sofonea/>

Cursus universitaire :

- 1981 : DEA de Mathématiques (option Mécanique des solides), Université de Bucarest.
- 1988 : Doctorat d'Etat en Mathématiques, Université de Bucarest.
- 1993 : Habilitation à Diriger des Recherches, Université *Blaise Pascal* de Clermont-Ferrand.

Fonctions successives :

- 1983–1990 : Chargé de recherches à l'IMAR de Bucarest.
- 1990–1994 : Maître de Conférences à l'Université *Blaise Pascal* de Clermont-Ferrand.
- 1994–présent : Professeur à l'Université de Perpignan.

Responsabilités scientifiques :

- Directeur d'un laboratoire de recherche reconnu (2002-2004).
- Direction de 19 thèses de doctorat (soutenues).
- Organisateur et co-organisateur de 8 colloques et journées thématiques avec participation internationale.
- Membre du Comité Scientifique de 14 colloques internationaux.
- Organisateur invité de 4 mini-symposiums.
- Membre du Comité de Lecture de deux revues internationales.
- Rapporteur dans 42 revues internationales.
- Responsable et co-responsable de 10 projets de coopération internationale.
- 1 mission d'expertise pour le compte du Ministère Français des Affaires Etrangères.

Domaine de recherche : fluides viscoplastiques, opérateurs multivoques, méthodes variationnelles, milieux viscoplastiques et viscoélastiques, problèmes de contact et de frottement, inéquations variationnelles, équations d'évolution, méthodes numériques pour les e.d.p.

Publications (bilan général) :

- 5 livres (*Oxford University Press 1993, American Mathematical Society-International Press 2002, Springer 2004, Chapman & Hall/CRC Press 2006, Springer 2009*).
- 4 monographies de recherches.
- 4 publications en tant qu'éditeur.
- 63 articles dans des revues listées dans *Science Citation Index*.
- 54 articles dans d'autres revues internationales avec comité de lecture.
- 24 articles dans des revues roumaines avec comité de lecture.
- 54 articles dans des ouvrages édités.
- 9 rapports de recherches.
- 4 mémoires de recherches publiés à l'université.

Publications (liste sélective) :

Livres

1. I. R. Ionescu & **M. Sofonea**, Functional and Numerical Methods in Viscoplasticity, *Oxford University Press*, Oxford, 1993 (288 pages).
2. W. Han & **M. Sofonea**, Quasistatic Contact Problems in Viscoelasticity and Viscoplasticity, *Studies in Advanced Mathematics, Vol. 30, American Mathematical Society, Providence, RI –International Press, Somerville, MA*, 2002 (442 pages).
3. M. Shillor, **M. Sofonea** & J.J. Telega, Models and Analysis of Quasistatic Contact. Variational Methods, *Lecture Notes in Physics, Vol. 655, Springer*, Berlin Heidelberg, 2004 (262 pages).
4. **M. Sofonea**, W. Han & M. Shillor, Analysis and Approximation of Contact Problems with Adhesion or Damage, *Pure and Applied Mathematics, Vol. 276, Chapman & Hall/CRC Press*, New York, 2006 (220 pages).
5. **M. Sofonea** & A. Matei, Variational Inequalities with Applications. A Study of Antiplane Frictional Contact Problems, *Advances in Mechanics and Mathematics, Vol 18, Springer*, New York, 2009 (234 pages).

Articles

1. I. R. Ionescu & **M. Sofonea**, Quasistatic Processes for Elastic-Visco-Plastic Materials, *Quart. Appl. Math.* 46 (1988), 229-243.
2. **M. Sofonea**, Some Remarks on the Behaviour of the Solution in Dynamic Processes for Rate-Type Models, *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 41 (1990), 656-668.
3. **M. Sofonea**, On a Contact Problem for Elastic-Viscoplastic Bodies, *Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications* 29 (1997), 1037-1050.
4. M. Rochdi & **M. Sofonea**, On Frictionless Contact between Two Elastic-Viscoplastic Bodies, *Quart. J. Mech. Appl. Math.* 50 (1997), 481-496.
5. S. Drabla, M. Rochdi & **M. Sofonea**, On a Frictionless Contact Problem for Elastic-Viscoplastic materials with Internal State Variables, *Mathematical and Computer Modelling* 26 (1997), 31-47.
6. A. Amassad & **M. Sofonea**, Analysis of a Quasistatic Viscoplastic Problem involving Tresca Friction Law, *Discrete and Continuous Dynamical Systems* 4 (1998), 55-72.
7. M. Shillor & **M. Sofonea**, A Quasistatic Contact Problem for an Elastoplastic Rod, *J. Math. Anal. Appl.* 217 (1998), 579-596.
8. M. Rochdi & **M. Sofonea**, On Rate-type Viscoplastic Problems with Linear Boundary Conditions, *Mathematische Nachrichten* 193 (1998), 119-135.
9. M. Rochdi, M. Shillor & **M. Sofonea**, A Quasistatic Viscoelastic Contact Problem with Normal Compliance and Friction, *Journal of Elasticity* 51 (1998), 105-126.
10. A. Amassad, M. Shillor & **M. Sofonea**, A Quasistatic Contact Problem for an Elastic Perfectly Plastic Body with Tresca's Friction, *Nonlinear Analysis* 35 (1999), 95-109.
11. A. Amassad, M. Shillor & **M. Sofonea**, A Quasistatic Contact Problem with Slip Dependent Coefficient of Friction, *Math. Meth. Appl. Sci.* 22 (1999), 267-284.
12. S. Drabla & **M. Sofonea**, Analysis of a Signorini Problem with Friction, *IMA Journal of Applied Mathematics* 62 (1999), 1-18.
13. M. Shillor & **M. Sofonea**, A Quasistatic Viscoelastic Contact Problem with Friction, *Int. J. Engng. Sci.* 38 (2000), 1517-1533.
14. F. Andreu, J. M. Mazón & **M. Sofonea**, Entropy Solutions in the Study of Antiplane Shear Deformations for Elastic Solids, *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M³AS)* 10 (2000), 96-126.
15. B. Awbi, M. Rochdi & **M. Sofonea**, Abstract Evolution Equations for Viscoelastic Frictional Contact Problems, *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 51 (2000), 128-235.

16. W. Han & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Frictionless Contact Problem for Elastic-Viscoplastic Materials, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 190 (2000), 179–191.
17. W. Han & **M. Sofonea**, Evolutionary Variational Inequalities Arising in Viscoelastic Contact Problems, *SIAM Journal of Numerical Analysis* 38 (2000), 556–579.
18. J. Chen, W. Han & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Nonlinear Evolutionary System with Applications in Viscoplasticity, *SIAM Journal of Numerical Analysis* 38 (2000), 1171–1199.
19. J. R. Fernández-García, **M. Sofonea** & J. M. Viaño, Analyse numérique d’un problème élasto-viscoplastique de contact sans frottement avec compliance normale, *C. R. Acad. Sci. Paris, Série I Math.* 331 (2000), 323–328.
20. M. Shillor, **M. Sofonea**, & R. Touzani, Quasistatic Frictional Contact and Wear of a Beam, *Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems* 8 (2001), 201–218.
21. J. Chen, W. Han & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Contact Problem in Rate-type Viscoplasticity, *Numerical Functional Analysis and Optimization* 22 (2001), 505–527 .
22. W. Han & **M. Sofonea**, Time-dependent Variational Inequalities for Viscoelastic Contact Problems, *Journal of Computational and Applied Mathematics* 136 (2001), 369–387.
23. J. R. Fernández-García, W. Han, **M. Sofonea** & J. M. Viaño, Variational and Numerical Analysis of a Frictionless Contact Problem for Elastic–Viscoplastic Materials with Internal State Variable, *Quart. J. Mech. Appl. Math.* 54 (2001), 501–522.
24. W. Han, M. Shillor & **M. Sofonea**, Variational and Numerical Analysis of a Quasistatic Viscoelastic Problem with Normal Compliance, Friction and Damage, *Journal of Computational and Applied Mathematics* 137 (2001), 377–398.
25. J. R. Fernández-García, **M. Sofonea** & J. M. Viaño, A Frictionless Contact Problem for Elastic–Viscoplastic Materials with Normal Compliance, *Numerische Mathematik* 90 (2002), 689–719.
26. O. Chau, W. Han & **M. Sofonea**, A Dynamic Frictional Contact Problem with Normal Damped Response, *Acta Applicandae Mathematicae* 71 (2002), 159–178.
27. W. Han, K. Kuttler et M. Shillor & **M. Sofonea**, Elastic Beam in Adhesive Contact, *Int. J. Solids and Structures* 39 (2002), 1145–1164.
28. M. Barboteu, W. Han & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Bilateral Frictional Contact Problem for Linearly Elastic Materials, *IMA Journal of Numerical Analysis* 22 (2002), 407–436.

29. **M. Sofonea** & A. Matei, Elastic Antiplane Contact Problem with Adhesion, *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 53 (2002), 962–972.
30. O. Chau, M. Shillor & **M. Sofonea**, Dynamic Frictionless Contact with Adhesion, *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 55 (2004), 32–47.
31. M. Shillor, **M. Sofonea** & J. J. Telega, Quasistatic Viscoelastic Contact with, Friction and Wear Diffusion, *Quart. Appl. Math.* 62 (2004), 379–399.
32. J. R. Fernández–García & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Frictionless Viscoelastic Contact Problem with Normal Damped Response, *Computers & Mathematics with Applications* 47 (2004), 549–568.
33. A. Amassad, C. Fabre & **M. Sofonea**, A Quasistatic Viscoplastic Contact Problem with Normal Compliance and Friction, *IMA Journal of Applied Mathematics* 69 (2004), 463–482.
34. A. D. Rodríguez–Aros, **M. Sofonea** & J. M. Viaño, A Class of Evolutionary Variational Inequalities with Volterra-type Integral Term, *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M³AS)* 14 (2004), 555–577.
35. **M. Sofonea**, A. D. Rodríguez–Aros & J. M. Viaño, A Class of Integro-Differential Variational Inequalities with Applications to Viscoelastic Contact, *Mathematical and Computer Modelling* 41 (2005), 1355–1369.
36. W. Han & **M. Sofonea**, On a Dynamic Contact Problem for Elastic-visco-plastic Materials, *Applied Numerical Mathematics* 57 (2007), 498–509.
37. W. Han, **M. Sofonea** & K. Kazmi, A Frictionless Contact Problem for Electro-elastic-visco-plastic Materials, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 196 (2007), 3915–3926.
38. A. D. Rodríguez–Aros, J. M. Viaño & **M. Sofonea**, Numerical Analysis of a Frictional Contact Problem for Viscoelastic Materials with Long-term Memory, *Numerische Mathematik* 198 (2007), 327–358.
39. **M. Sofonea**, C. Avramescu & A Matei, A Fixed Point Result with Applications in the Study of Viscoelastic Frictionless Contact Problems, *Communications on Pure and Applied Analysis* 7 (2008), 645–658.
40. S. Migórski, A. Ochal & **M. Sofonea**, Integrodifferential Hemivariational Inequalities with Applications to Viscoelastic Frictional Contact, *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M³AS)* 18 (2008), 271–290.
41. S. Migórski, A. Ochal & **M. Sofonea**, Analysis of a Dynamic Elastic-viscoplastic Contact Problem with Friction, *Discrete and Continuous Dynamic Systems - Serie B*, 10 (2008), 887–902.

DAN TIBA

Données personnelles :

- Date et lieu de naissance : 17 Octobre 1953, Iași, Département de Iași , Roumanie.
- Nationalité : Roumaine.
- Situation de famille : divorcé, 2 enfants.
- Fonction actuelle : Directeur de recherches de première classe à l'Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.
- Adresse administrative: *Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine*
21, Calea Grivitei, Sector 1, 010702 Bucarest
Tél. (40) 21 31 96 506, Fax. (40) 21 31 96 505.
- Adresse E-mail: dan.tiba@imar.ro
- Page web personnelle : <http://www.imar.ro/dtiba/>

Cursus universitaire :

- 1977 : DEA de Mathématiques (option Equations fonctionelles), Université de Iași.
- 1982 : Doctorat d'Etat en Mathématiques, Université de Iași.
- 1991 : Bourse postdoctorale, INRIA, Paris.
- 1996 : Habilitation à Diriger des Recherches, Institut de Mathématiques de l'Académie Roumaine, Bucarest.

Fonctions successives :

- 1982–1994 : Chargé de recherches à l'IMAR de Bucarest.
- 1994–2000 : Directeur de Recherches à l'IMAR de Bucarest.
- 2001–2004 : Wissenschaftliche Mitarbeiter, Weierstrass Institut, Berlin.
- 2005–présent : Directeur de Recherches à l'IMAR de Bucarest

Distinctions :

- Prix "George Țițeica" de l'Académie Roumaine (pour l'année 1984), Section des Mathématiques.
- Humboldt Fellow, Allemagne (1993, 1997, 2000).
- Docent, Université de Jyväskylä (1995).
- Centennial Jubilee Medal "Gazeta Matematica", Roumanie (1999).
- Prix pour Excellence en Recherche de "Societatea Matematicienilor", Roumanie (2000).
- Medaille d'Honneur, Université de Jyväskylä (2004).

Responsabilités scientifiques :

- Direction et co-direction de deux thèses de doctorat (soutenues).
- Membre du Comité de Lecture de deux journaux roumaines de mathématiques.
- Directeur dans 1 projet du Conseil National de la Recherche Scientifique de l'Enseignement Supérieur (CNCSIS) roumain.
- Membre du Comité Scientifique de 6 colloques internationaux.
- Organisateur invité de 5 mini-symposiums.
- Rapporteur dans 7 revues internationales.
- Co-responsable de 2 projets de coopération internationale.

Domaine de recherche : élasticité linéaire, coques et poutres courbées, inéquations variationnelles, optimisation des formes, contrôle optimal, existence et conditions nécessaires du premier ordre, approximations et algorithmes numériques, propriétés de bang-bang, méthode variationnelle avec contrôle.

Publications (bilan général) :

- 4 livres (*Springer Verlag 1990, Marcel Dekker 1994, University of Jyväskylä Press 1995, Springer Verlag 2006*).
- 3 livres en tant qu'éditeur (*Birkhauser 1992, Kluwer 2003, Recreații Matematice 2008*).
- 36 articles dans des revues listées dans *Science Citation Index*.
- 14 articles dans d'autres revues internationales avec comité de lecture.
- 34 articles dans des ouvrages édités (dont 13 listées dans *Science Citation Index*).

Publications (liste sélective) :

Livres

1. Optimal control of nonsmooth distributed parameter systems, *Lecture Notes in Mathematics 1459, Springer Verlag, Berlin (1990) viii+159 pp.*
2. Optimal control of nonlinear parabolic systems. Theory, algorithms and applications, *Marcel Dekker, New York (1994) xvi+399 pp.* - avec P. Neittaanmaki.
3. Lectures on the optimal control of elliptic equations, *LN 32, Univ. of Jyväskylä Press, Jyväskylä, Finland (1995) vi+147 pp.*
4. Optimization of elliptic systems. Theory and applications, *Springer Monographs in Mathematics, Springer, New York (2006) xv+507 pp.*- avec J.Sprekels et P.Neittaanmaki.

Volumes édités

1. Optimization, optimal control and partial differential equations, Proceedings of the first Franco-Romanian conference, *ISNM 107, Birkhauser Verlag*, Basel (1992) xiii+349 pp.- édité avec V.Barbu et J.F.Bonnans.
2. Analysis and optimization of differential systems, IFIP TC7/WG7.2 international conference (Constanta 2002) *Kluwer Acad.Publ.* Boston, Ma (2003) x+442 pp.- édité avec V.Barbu, I.Lasiecka et C.Varsan.
3. Recreatii Stiintifice, vol. I-VI, Iași 1883-1888, édité avec Introduction, Index et autres suppléments, *Recreatii Matematice Publishing House*, Iași (2008) - édité avec T.Birsan.

Articles

1. Subdifferentials of composed functions and applications in optimal control, *An.St. Univ. Al.I.Cuza Iași, Sect.I Mat.* vol.23, no.2 (1977), p.381-386
2. Nonlinear boundary value problems for second order differential equations, *Funkcial. Ekvac.*, vol.20, no.3 (1977), p.213-221.
3. General boundary value problems for second order differential equations, *Nonlinear Anal.* vol.2, no.4 (1978), p.447-455.
4. Regularization of saddle functions, *Boll.Un.Mat.Ital.A(5)*, vol.17, no.3 (1980), p.420-427.
5. Quelques remarques sur le contrôle de la corde vibrante avec obstacle *C.R.A.S. Paris, Ser.I Math.*, vol.229, no. 13 (1984), p.615-617.
6. Some remarks on the control of the vibrating string with obstacle, *Rev. Roumaine Math. Pures Appl.* vol.29, no.10 (1984), p.899-906.
7. Optimality conditions for distributed control problems with nonlinear state equation, *SIAM J. Control Optim.* vol.23, no.1 (1985), p. 85-110.
8. Contrôles de systemes fortement non lineaires, *C.R.A.S. Paris Ser.I Math.* vol.300, no.12 (1985), p.393-396 - avec V. Komornik.
9. Regularization of saddle functions and the Yosida approximation of monotone operators, *An.St. Univ. Al.I.Cuza Iași Sect. I Mat.* vol.31, no.3 p.215-220 - avec E. Krauss.
10. Une approche par inequations variationnelles pour les problemes de controle avec contraintes, *C.R.A.S. Paris Ser. L Math.* vol.302, no.1 (1986), p.29-31.
11. On the control of strongly nonlinear hyperbolic systems, *Acta Math. Hungar.* vol.49, no.1-2 (1987), p.261-266 - avec V. Komornik

12. Optimal control for second order semilinear hyperbolic equations, *Control Theory Adv, Tech.* vol.3, no.1 (1987), p.33-43.
13. On the approximation of the boundary control in two-phase Stefan-type problems, *Control Cybernet.* vol.16, no.3-4 (1987), p.33-44 - avec P. Neittaanmaki.
14. A variational inequality approach to constrained control problems for parabolic equations, *Appl.Math.Optim.* vol.17, no.3 (1988), p.185-201 - avec P. Neittaanmaki.
15. Une approche par controlabilite frontiere dans les problemes de design optimal, *C.R.A.S. Paris Ser.I Math.* vol.310, no.4 (1990), p.175-177.
16. Pontryagin's principle in the control of elliptic variational inequalities, *Appl. Math. Optim.* vol.23, no.3 (1991), p. 299-312 - avec J.F. Bonnans.
17. Boundary controllability of the coincidence set in the obstacle problem, *SIAM J. Control Optim.* vol.29, no.5 (1991), p.1150-1159 - avec V. Barbu.
18. A rapid method for the identification of the free boundary in two-phase Stefan problem, *IMA J. Numer. Anal.* vol.14, no.3 (1994), p.411-420 - avec T. Mannikko et P. Neittaanmaki.
19. Sur l'approximation d'un probleme mal pose, *C.R.A.S. Paris Ser.I Math.* vol.320, no.5 (1995), p.619-624.
20. An embedding of domains approach in free boundary problems and optimal design, *SIAM J. Control Optim.* vol.33, no.5 (1995), p.1587-1602 - avec P. Neittaanmaki.
21. General optimality conditions for constrained convex control problems, *SIAM J. Control Optim.* vol.34, no.2 (1996), p.698-711 - avec M. Bergounioux.
22. Error estimates for the discretization of state constrained convex control problems, *Numer.Funct.Anal.Optim.* vol.17, no.9-10 (1996), p.1005-1028 - avec F. Troltzsch.
23. Optimal control approach to optimal shape design, *Zeit. fur Angew.Math. Mech.*, vol.76, no.S3 (1996), p.203-206 - avec T. Mannikko, P. Neittaanmaki.
24. Control of a plate with nonlinear shape memory alloy reinforcements, *Adv.Math.Sci.Appl.* vol.7, no.1, p.427-436 (1997) - avec K.-H. Hoffman.
25. Proprietes de bang-bang generalisees dans l'optimisation des plaques, *C.R.A.S.Paris Ser.I Math.* vol.327, no.7 (1998) p.705-710 - avec J. Sprekels.
26. Optimal control for the obstacle problem with state constraints, *ESAIM Proc. SMAI* no.4, Paris (1998), p.7-19 (electronic) - avec M. Bergounioux.
27. A duality approach in the optimization of beams and plates, *SIAM J. Control Optim.* vol.37, no.2, (1999) p.486-501 (electronic) - avec J. Sprekels.

28. A duality-type method for the design of beams, *Adv.Math.Sci.Appl.* vol.9, no.1 (1999) p.89-102 - avec J. Sprekels.
29. On the approximation and optimization of plates, *Numer.Funct.Anal. Optim.* vol.21, no.3-4 (2000) p.337-354 - avec V. Arnautu, H. Langmach and J. Sprekels.
30. Sur les problemes d'optimization structurelle, *C.R.A.S. Paris Ser.I Math.* vol.331, no.1 (2000), p.101-106 - avec W. Liu, P. Neittaanmaki.
31. Sur les arches lipschitziennes, *C.R.A.S. Paris Ser.I Math.* vol.331, no.2 (2000), p.179-184 - avec J. Sprekels.
32. Error estimates in the approximation of optimization problems governed by nonlinear operators, *Numer. Funct. Anal.Optim.* vol.22, no.7-8 (2000), p.953-972 - avec W. Liu.
33. Analysis and optimization of nonsmooth arches, *SIAM J. Control Optim.* vol.40, no.4 (2001/2002), p.1107-1133 (electronic) - avec A. Ignat, J. Sprekels.
34. An analytic approach to a generalized Nagdhi shell model, *Adv.Math.Sci. Appl.* vol.12, no.1 (2002), p.175-190 - avec J. Sprekels. 39) A model of a general curved rod *Math.Methods Appl.Sci.* vol.25, no.10, p.835-854 - with A. Ignat, J. Sprekels.
35. Existence for shape optimization problems in arbitrary dimension, *SIAM J.Control Optim.* vol.41, no.5 (2002), p.1440-1454 (electronic) - avec W.Liu, P. Neittaanmaki.
36. A property of Sobolev spaces and existence in optimal design, *Appl.Math. Optim.* vol.47, no.1 (2003), p.45-58.
37. Optimization of clamped plates with discontinuous thickness, *Systems Control Lett.* vol.48, no.3-4, (2003) p.289-295 - avec J. Sprekels.
38. On the necessity of some constraint qualification conditions in convex programming, *J.Convex Anal.* vol.11, no.1 (2004), p.95-110 - avec C. Zalinescu.
39. Optimization of curved mechanical structures, *SIAM J.Control Optim.* vol.44, no.2 (2005) (electronic), p.743-775 - avec V. Arnautu, J. Sprekels.
40. A general asymptotic model for Lipschitzian curved rods *Adv.Math.Sci. Appl.* vol.15, no.1 (2005), p.137-198 - avec R. Vodak.
41. A reduction approximation method for curved rods, *Numer. Funct.Anal. Optim.* vol.26, no.2 (2005), p.139-155 - with V. Arnautu, J. Sprekels.
42. Applications of convexity in some identification problems, *Mathematical Reports*, vol.9 (59), no.1 (2007), p.123-133 - avec M. Yamamoto et G. Wang.
43. Applications of the control variational method, *SIAM J. Control Optim.*, (accepté) - avec J. Sprekels.