

Valorisation : contrats de recherche, partenariat industriel, créations d'entreprises

1. L'équipe a travaillé sur le Projet Régional (2003-2005) qui faisait l'objet de financement de la Région Rhône-Alpes (Resp. G. Panasenko). Il a pour objectif la construction et la justification des modèles multi-échelles des nanostructures, notamment des modèles hybrides discrets-continus avec un couplage sur l'interface.

Normalement les nanostructures présentent une couche mince sur la surface d'un matériau. La largeur de cette couche est d'ordre des dizaines ou centaines des distances atomiques et il est raisonnable de modéliser les processus physiques (en particulier, l'élasticité) par des équations aux opérateurs discrets. Par contre, le matériau massif doit être modélisé par les équations aux dérivées partielles. Le problème central du projet est le couplage des modèles discrets et des modèles continus (correctement du point de vue de l'analyse asymptotique).

Les outils principaux sont : l'homogénéisation et l'homogénéisation partielle, décomposition asymptotique du domaine, théorie des opérateurs discrets de la dimension infinie, analyse numérique. Les modèles multi-échelles obtenus et justifiés dans cette partie du projet peuvent être appliqués pour le calcul des propriétés des nanostructures des dépôts protecteurs innovants. C'est l'axe pratique du projet, où les résultats théoriques (modèles/méthodes) vont être utilisés pour la perfection des dépôts nanostructurés. Deux thèses sont concernées à ce projet : M. BETOUE-ETOUGHE et Z. ABDESSAMAD.

2. Participation aux deux projets ANR en cours : au MECAMERGE sur la modélisation en biologie et au projet ANR « Points Entiers, Points Rationnels », au GDR sur l'algèbre non commutative, au cluser régional « Informatique, signal, logiciels embarqués » (1 thèse P. KURBATOVA, est en cours).

3. Projet SICONOS

L. PAOLI a collaboré à un projet de recherche financé par la Communauté Européenne. Ce projet intitulé "Modelling, simulation and control of nonsmooth dynamical systems" (Siconos en abrégé), était piloté par B. Brogliato (INRIA Rhône-Alpes) et regroupait plus de soixante chercheurs en mathématiques appliquées, mécanique et automatique.

L'objectif était de développer des logiciels de calcul performants pour la simulation et le contrôle de systèmes mécaniques à nombre fini de degrés de liberté soumis à une dynamique non régulière (complementarity dynamical systems).

Une simple adaptation des algorithmes classiques pour équations différentielles linéaires et non linéaires ne permettait pas de construire des méthodes numériques robustes pour ce type de problèmes et une analyse théorique approfondie de ces systèmes s'est avérée nécessaire. Pour cela, plusieurs axes de recherche ont été identifiés ("Work Packages" 1 à 7) et sa participation à ce projet s'est inscrit dans les axes "Analyse mathématique (WP1) et "Méthodes numériques" (WP2).

Sur un plan plus administratif, le projet est décomposé en contractants principaux et auxiliaires. Dans ce cadre, l'Université Jean Monnet avait été choisie comme contractant auxiliaire, ce qui avait conduit L. PAOLI à gérer un budget relativement conséquent (120 000 euros pour la période Septembre 2001 - Décembre 2006). Ce budget était destiné à financer une thèse et l'activité de recherche liée au projet Siconos de cinq membres du projet à savoir M. Monteiro-Marques (Univ. Lisbonne), P. Ballard (CNRS - LMA, Marseille), C.H. Lamarque (ENTPE), M. Schatzman (CNRSICJ, Lyon) et L. Paoli. La thèse financée par ce projet avait démarré à la rentrée 2003 et fut co-encadrée par M. Monteiro-Marques et L. Paoli. Elle a été effectuée pour moitié à Lisbonne (semestres 1, 2 et 3 de la thèse) et à Saint-Etienne (semestres 4, 5 et 6). Le sujet proposé était "convergence de schémas numériques pour des problèmes d'impact".

4. PPF ALLIANA

En cours du quadriennal 2007-2010 le LAMUSE a piloté le programme pluri-formation (PPF) "Amélioration de la méthode d'interpolation par l'analyse numérique et asymptotique (ALLIANA)" avec l'Ecole des Mines de Saint-Etienne (2007-2010) (Responsable: G.PANASENKO). Ce projet regroupe les compétences du LaMUSE

pour le développement de méthodes numériques et asymptotiques de résolution des problèmes issus de la physique, et les compétences des mathématiciens de l'Ecole des Mines de Saint Etienne pour l'interpolation des grands codes de calcul industriels en vue de propagation d'incertitudes, d'optimisation ou de calcul inverse. Cette étude a pour objectif l'amélioration de l'interpolation (par krigeage ou autre), en utilisant des informations complémentaires sur le comportement de la fonction à approcher (ici le code numérique industriel).

Ce programme fonctionne depuis 2007 avec les 3 axes principaux :

- l'insertion dans une méthode d'interpolation d'aspects asymptotiques et numériques,
- exploration des grands codes de calcul et surfaces de réponse,
- méthodes mathématiques en modélisation des phénomènes physiques sous-jacents aux grands codes industriels : matériaux, structures et fluides.

A ces axes s'en est ajouté un nouveau en 2008, porté par le G2I et le Creuset:

- mathématiques et décision

En termes d'activité, on notera que 3 thèses de doctorat sont en préparation dans le cadre du PPF :

- Utilisation des RKHS pour l'interpolation ou l'approximation de codes de calcul, préparée par Bertrand Gauthier (Drs : L. Carraro UJM, A. Largillier UJM)
- Optimisation et allocation de ressources par méthodes approchées, préparée par Victor Picheny en cotutelle avec l'Université de Floride (Drs : G. Panasenko UJM, A. Vautrin EMSE, R. Haftka U. Floride)
- Modélisation multi-échelle des écoulements dans des structures minces, préparée par Roula Fares (Drs : G. Panasenko UJM, L. Carraro UJM)

De même un groupe de travail réunissant mathématiciens de l'UJM et de l'EMSE fonctionne autour de la thèse de B. Gauthier, avec des approfondissements autour des semi RKHS et leurs applications dans le cadre de codes de calcul dégradés.

Un colloque international « Multiscale Modeling » a été organisé à Saint-Etienne dans le cadre du PPF ALLIANA en mai 2009.

La collaboration en recherche au sein du PPF ALLIANA soutient la collaboration dans le cadre du master 2 « Modélisation Mathématique et Applications » cohabilité entre l'UJM et l'ENSEM. SE (existe depuis 2003).

On notera que nombre de stages du master 2 « modélisation mathématique et applications » sont situés dans les thématiques du PPF.

Dans ce contexte, la proposition de mise en place d'un pôle MODMAD doit permettre d'aller au-delà de ces aspects simplement collaboratifs, qui ont permis en particulier aux acteurs de se connaître, pour aller dans la direction d'une politique scientifique discutée entre l'ensemble des parties prenantes.