

LIRIMA
EQUIPE ANO

RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITES 2010

1. Identification de l'équipe

Intitulé du l'équipe	Analyse Numérique des Equations aux Dérivées Partielles et Optimisation	
Acronyme	ANO - LIRIMA	
Tél./fax	Tél. : 00212 537 68 71 63	Fax : 00212 537 77 88 53
Adresse	LERMA, Ecole Mohammadia, Avenue Ibn Sina, B. P. 765, Agdal – Rabat, MAROC	
Site web ou URL	www.lerma-emi.info	

2. Présentation de l'Equipe

2.1 Responsable

Nom & Prénom	RAJAE ABOULAICH
Grade	Professeur
Adresse Electronique	aboulaich@emi.ac.ma ou aboulaich@gmail.com
Equipes-projets INRIA partenaires	OPALE- Sophia Antipolis Commands – Saclay, Palaiseau Modélisation mathématique en médecine et Biologie – INRIA Lyon

2.2 Membres de l'équipe

2.2.1- Membres marocains

Nom & Prénom	Grade	Structure de rattachement et e-mail
Rajae Aboulaich	Professeure	LERMA – EMI, Rabat aboulaich@gmail.com

Boujemaa Achchab	Professeur Habilité	LERMA et FSEJS, Settat achchab@yahoo.fr
Soumaya Boujena	Professeure	LERMA et FSC, Casablanca boujena@yahoo.fr
Aziz Darouichi	Professeur Assistant	LERMA et EST, Essaouira azizdarouichi@gmail.com
Rachid Ellaia	Professeur	LERMA – EMI, Rabat rachid.ellaia@gmail.com
El Mahdi El Guarmah	Professeur Assistant	LERMA et ERA, Marrakech guarmah@gmail.com
Nourreddine Moussaid	Professeur Assistant	LERMA et EST, Essaouira moussaid_nourreddine@yahoo.fr
Ali Souissi	Professeur	LERMA et FSR, Maroc souissiali@gmail.com
Mohamed Tkiouat	Professeur	LERMA – EMI, Rabat mohamedtkiouat@gmail.com
Mohammed Ziani	Professeur Assistant	LERMA et FSR, Maroc ziani4ma@yahoo.fr

2.2.2- Membres français

Nom & Prénom	Grade	Structure de rattachement et e-mail
Abderrahmane Habbal	Maître de conférences	OPALE – INRIA Sophia Antipolis et Univ. Nice habbal@polytech.unice.fr
Jean Antoine Désidéri	Directeur du projet	OPALE – INRIA Sophia Antipolis
Fouzia Baghery	Maître de conférences	Université de Valenciennes
Olivier Bokanowski	Maître de conférences	Univ. Paris 7 et Commands, INRIA
Abdelkhalek El Hami	Professeur	INSA de Rouen
Paola Goatin	Maître de conférences	OPALE – INRIA Sophia Antipolis

Anne Marie Hugues	Maître de conférences	Polytech'Nice Sophia Antipolis
Jérôme Pousin	Professeur	Univ. Claude Bernard Lyon I et Equipe Modélisation mathématique en médecine et Biologie – INRIA Lyon
Hasnaa Zidani	Maître de conférences	ENSTA et Commands, INRIA
Vitaly Volpert	Professeur	Univ. Claude Bernard Lyon I et Equipe Modélisation mathématique en médecine et Biologie – INRIA Lyon

En plus des membres des équipes partenaires, plusieurs doctorants travaillent sur les thématiques de l'équipe ANO – LIRIMA, dont la majorité en co-tutelle ou en co-direction.

3. Problématiques de recherche

Mots-clés: Equations aux Dérivées Partielles, Méthodes Numériques, Optimisation, Théorie des jeux, Résolution des grands systèmes, Ecoulements, Biomathématiques, Finance, Trafic.

L'objectif de l'équipe est de développer des méthodes adéquates pour la résolution de problèmes concrets, **modélisés par des Equations aux Dérivées Partielles ou s'écrivant sous forme de problèmes d'optimisation et en particulier d'optimisation multidisciplinaire.**

On s'intéresse particulièrement à des problèmes tels que les ressources en eau, l'environnement, l'imagerie et les sciences du vivant, ainsi que des problèmes de mécanique de structure et plus récemment à des problèmes de finance mathématique et à des problèmes d'aide à la décision, utilisant des techniques d'optimisation, tels que le trafic, la gestion des stocks. Ces thèmes sont d'un intérêt stratégique à l'échelle nationale et internationale.

On s'intéresse essentiellement à des problèmes régis par des équations aux dérivées partielles paraboliques, linéaires à second membre intégral (cas de pollution) ou non linéaires (cas de biomathématiques, finance, écoulements quasi newtoniens ou non newtoniens). Une autre classe des problèmes étudiés se ramène à des problèmes d'optimisation ou d'optimisation multicritères ou multidisciplinaire. On s'intéresse alors à l'étude mathématique de chacun des modèles, il s'agit d'établir l'existence d'une solution ou d'un optimum, d'étudier la convexité des critères, de développer des méthodes numériques adéquates pour la résolution de ces problèmes en vue d'une simulation. Pour la résolution numérique des EDP, on se propose de développer des méthodes adéquates, en développant en particulier des méthodes d'approximation auto-adaptatives qui permettent d'améliorer la résolution numérique d'une part et d'économiser le temps de calcul d'autre part, ce type d'approximation est basé sur des techniques d'estimation a posteriori.

Thèmes étudiés

3.1- Ecoulements

Notre objectif est de développer d'une part, des modèles mathématiques et des méthodes numériques pour reproduire et simuler le comportement des charges polluantes d'une part et les écoulements d'autre part. Le développement de méthodes mathématiques et numériques pour la mesure de la pollution devient un problème vital, en effet, les eaux souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable peuvent être affectées par des pollutions diffuses ou ponctuelles entraînant une dégradation de leur qualité qui peut persister plusieurs années. Les richesses en eau souterraine sont considérables. Effectivement, il existe dans plusieurs régions du continent africain des réservoirs aquifères très étendus et très abondants. Toutefois, cette réserve qui était jadis de bonne qualité se trouve actuellement polluée.

3.2- Biomathématiques

3.2.1- Imagerie Médicale

Le traitement d'images, mathématique et numérique, passe souvent par des EDP paraboliques non linéaires, tel que le modèle de Perona-Malik. Notre équipe cherche à proposer des modèles non linéaires efficaces qui permettraient de débruiter l'image sans affecter les contours. On s'intéresse d'une part à établir l'existence et étudier la régularité et l'unicité de la solution des modèles considérés et d'autre part on cherche à proposer des méthodes adéquates pour la résolution de ces modèles et on se propose de tester numériquement leur efficacité. Par ailleurs, Deux problèmes se posent lorsqu'on s'intéresse au traitement d'images: le débruitage de l'image et l'identification des contours. Deux fonctionnelles sont nécessairement en conflit, pour restaurer l'image on doit utiliser une fonctionnelle permettant de lisser et de minimiser les forts gradients, alors que la recherche des contours passe par la recherche des zones de forts gradients. Notre objectif est d'utiliser l'approche introduite par la théorie des jeux qui s'applique naturellement à ce problème multi -objectif et multi-critères.

D'autres membres de l'équipe s'intéressent au traitement d'images médicales avec contraintes directionnelles. En effet, dans le cadre du suivi dynamique d'images cardiaques, un sujet d'actualité est la prise en compte de la direction des fibres constituant le muscle cardiaque. Ces fibres ont pour effet de favoriser le mouvement dans des directions particulières. Un premier modèle a été étudié. On s'intéresse à développer des méthodes numériques qui puissent prendre en compte une direction principale de déplacements dans le cas d'un modèle linéaire de déformations élastiques. Sur ce thème, A. Azzayani vient de démarrer une thèse sous la direction de S. Boujena et J. Pousin en Décembre 2010. Le sujet de cette thèse porte sur un modèle mathématique anisotrope pour la segmentation d'images cardiaques prenant en compte l'orientation fibreuse.

3.2.2- Croissance des plantes

Un modèle mathématique simple et réaliste décrivant le transport des nutriments et hormones à travers une plante a été établi par Vitaly Volpert et Nikolai Bessonov. Les travaux de thèse de Atika Chiboub consistent à utiliser la méthode de réduction variationnelle appliquée à l'équation de transport afin de remédier à l'hétérogénéité du domaine représentant le tronc et les branches. Une analyse mathématique et une simulation numérique ont été réalisées en dimension un d'espace, ce qui a donné lieu à deux publications et plusieurs communications.

Actuellement, un travail est réalisé pour étendre les résultats obtenus à la dimension deux en espaces pour ensuite passer à la dimension trois.

3.2.3- Modélisation de maladies cardiovasculaires et cérébrales

La plupart des travaux qui existent dans la littérature concernant la modélisation des maladies cardiovasculaires et cérébrales considèrent le sang comme étant un fluide newtonien. Deux thèses sont en cours de réalisation sur ce thème en prenant en considération le comportement non newtonien du sang. La première thèse, codirigée par A. Sequeira et S. Boujena, concerne A. Boukbir. Elle a pour objet de proposer un modèle mathématique permettant de simuler l'interaction fluide structure dans les maladies cérébrales en tenant compte du comportement non newtonien du sang. La deuxième thèse, codirigée par S. Boujena et N. El khatib, concerne O. Kafi. Elle a pour objet de proposer un modèle mathématique permettant de simuler l'interaction sang paroi et sang paroi dans la maladie de l'athérosclérose qui est une maladie cardiovasculaire.

3.3- Optimisation et gestion des risques

Parmi les objectifs de l'équipe, le développement des approches d'optimisation, et la proposition d'algorithmes pour résoudre des problèmes d'optimisation fiabiliste d'une part et des problèmes de gestion de risque d'autre part. Il s'agit de développer des algorithmes d'optimisation multi-critères ou multi-disciplinaires efficaces et convenables, en utilisant entre autres, la théorie des jeux pour la résolution de problèmes d'aide à la décision, en finance, en mécanique des structures (cas de l'optimisation fiabiliste) ou autres. Plusieurs thèses sont en cours et plusieurs travaux réalisés autour de cette thématique, on peut citer la thèse de O. El Alem, S. El Moumen, H. Zidani, N. El Hami, S. Ouhimou.

Un deuxième volet concerne les problèmes de gestion des risques, étudié dans le cadre de la thèse de H. Bouloiz dans le cadre de sa thèse encadrée par M. Tkiouat, et E. Garbolino utilisant une approche systémique, et les problèmes de maintenance industrielle utilisant une approche markovienne étudiés par H. El Hadaf dans le cadre de sa thèse encadrée par M. Tkiouat, une collaboration avec A. Artiba est en cours autour de ce sujet.

3.4- Dynamiques du trafic routier et piéton

L'intérêt des mathématiciens appliqués pour la dynamique du trafic routier et piéton a considérablement augmenté ces dernières années. La modélisation associée peut se faire à plusieurs échelles : on distingue ainsi des modèles de description microscopiques (qui décrivent le mouvement de chaque voiture ou individu), cinétiques (qui utilisent les équations de Boltzmann) et macroscopiques (qui utilisent des équations issues de la dynamique des fluides). En particulier, les modèles macroscopiques de trafic consistent en des équations (ou systèmes d'équations) qui expriment la conservation de certaines quantités moyennes comme par exemple la densité ou la vitesse moyenne. Il s'agit donc de (systèmes hyperboliques) de lois de conservation couplé avec des conditions aux limites dont les solutions sont censées décrire l'évolution spatio-temporelle de certaines quantités macroscopiques qui caractérisent l'écoulement des voitures sur un réseau routier ou d'une foule dans un espace confiné.

Nous nous intéressons à la fois à la modélisation, en proposant des modèles capables de décrire des situations spécifiques (transitions de phase, présence de carrefours, péages...), à l'analyse mathématique des équations (caractère bien posé du problème) et à la simulation numérique, en proposant des schémas adaptés aux cas particuliers nommés plus haut.

La modélisation macroscopique offre aussi un cadre adapté à la formulation et l'étude de problèmes de contrôle et optimisation, pour lesquels les techniques actuelles ne s'appliquent pas aux solutions faibles (discontinues) à lesquelles on est confronté et qui nécessitent donc l'élaboration de nouvelles méthodes de résolution.

4. Activités scientifiques

Durant les années 2009 et 2010 notre équipe a eu une activité scientifique variée aussi bien en ce qui concerne les publications et la participation à des manifestations scientifiques à caractère international que l'organisation de manifestations scientifiques. Un descriptif succinct de ces activités est donné ci-dessous:

4.1- Estimation d'erreurs

L'analyse de l'erreur est une étape fondamentale dans n'importe quel schéma numérique, car c'est non seulement un moyen de contrôle de la qualité de la solution numérique proposée, mais c'est aussi un indice de l'ordre asymptotique de la convergence vers la solution exacte, c'est ce qui est généralement appelé : Analyse de l'erreur a priori. En parallèle, on retrouve **l'analyse d'erreur a posteriori**, qui elle constitue un outil pratique d'amélioration de la solution approchée par le biais d'indicateurs explicites équivalents à l'erreur. Les méthodes d'approximation analysées sont essentiellement les éléments finis et les volumes finis. Les modèles traités sont de nature elliptique ou parabolique et modélisent des problèmes d'écoulements de fluides, du transport de polluant ou autres. L'étude de ce thème par les membres de l'équipe a donné lieu à plusieurs travaux dont les publications [P1] à [P11], en plus d'un doctorat soutenu en juillet 2009, [T1].

4.2- Biomathématiques

L'utilisation de l'optimisation multi-critères **en traitement d'images** a donné lieu aux travaux publiés en collaboration avec les partenaires de l'équipe OPALE, [P21] et [P22] ainsi qu'à la soutenance d'un doctorat en septembre 2010, [T2].

4.3- Optimisation et gestion des risques

Plusieurs problèmes industriels et financiers, se ramènent à des problèmes d'optimisation, on peut citer des problèmes de gestion de risques, financiers ou industriels comme on peut citer les problèmes d'optimisation fiabiliste.

Les résultats obtenus dans le cadre de ce thème ont donné lieu aux publications [P13], [P14], [P15], [P17] et [P18], trois thèses de doctorat seront soutenues en 2011, par W. El Alem thèse encadrée par R. Ellaia et A. El Hami, en co-tutelle et par S. Ouhimou encadrée par R. Ellaia, A. El Hami et M. Tkiouat et S. El ,Moumen encadrée par R. Aboulaich et R. Ellaia. Une thèse a été soutenue par H. Bouloiz en décembre 2010, [T3], encadrée par M. Tkiouat et E. Garbolino, le travail a donné lieu à deux publications, une parue [P24], et l'autre soumise [T25].

5. Animation scientifique et échanges

R. Aboulaich : comité d'organisation et comité scientifique du congrès de la Société Marocaine de Mathématiques Appliquées : organisé à Rabat en juin 2010 (SM²A 2010).

S. Boujena : Organisation de la rencontre internationale « Méthodes Mathématiques et Modélisation » le 5 Novembre 2009 à la faculté des Sciences de l'université Hassan II de Casablanca.

Les membres de l'EP-ANO ont organisé deux sessions invités au congrès de la SM²A :

R. Aboulaich et S. Boujena : Organisation d'une session invités autour du thème Biomathématiques, financée par LIRIMA et SCOμ.

R. Ellaia et A. El Hami : Organisation d'une session autour du thème Optimisation et fiabilité, financée par l'action intégrée.

M. Tkiouat et E. Garbolino : Organisation d'une école thématique à Paris du 05 au 09 juillet 2010, sur le thème : Risk Prevention for Environment and Human Society against Dangerous Goods Transport / Accidents and Malicious Intent: Methods and Tools.

6. Bibliographie

Articles dans des revues scientifiques internationales 2009-2010

[P1] **B. Achchab, A. Majdoubi, D. Meskine, and A. Souissi.** A posteriori error analysis using constitutive law for the Crouzeix-Raviart element. *AML* Volume 22, Issue 8, Pages 1145-1314 (August 2009) .

[P2] **B. Achchab, M. EL Fatini, A. Ern and A. Souissi.** A posteriori error estimates for subgrid viscosity stabilized approximations of convection diffusion equations *Applied Mathematics Letters* 22 (2009) 1418_1424

[P3] **B. Achchab, EL Fatini and A. Souissi.** A posteriori estimates for multiscale stabilization of convection diffusion problems: unsteady state M.. *Int. J. Math. Stat.* **4** (2009).

[P4] **R. Aboulaich, B. Achchab, et A. Darouichi .** A posteriori error estimate for a one-dimensional pollution problem in porous media. *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* **347** (2009), no. 19-20, 1217--1222.

[P5] **R. Aboulaich, B. Achchab et A. Darouichi.** A posteriori error estimate of the finite volume discretization for a pollution problem in porous media, *Australian Journal of Mathematical Analysis and Applications*, October 2009.

[P6] **B. Achchab, A. Agouzal, N. Debit, M. Kbiri Alaoui, and A. Souissi.** Nonlinear parabolic inequalities on a general convex. *Journal of Mathematical Inequalities*, Volume 4, Number 2 (2010), 271–284.

[P7] **B. Achchab, A. Agouzal, M. El Fatini et A. Souissi.** Robust Hierarchical A Posteriori Error Estimators For Stabilized Convection Diffusion Problems. (to appear in *Numer. Mat. Part. Dif. Equ.*)

[P8] **B. Achchab, A. Agouzal, K. Bouihat.** A Posteriori Error Estimates on Stars for Convection Diffusion Problem. *Math. Model. Nat. Phenom.* Vol. 5, No. 7, 2010, pp. 67-72.

[P9] **B. Achchab, M. El Fatini, A. Souissi.** Mesh Refinement For Stabilized Convection Diffusion Equations . *Math. Model. Nat. Phenom.* Vol. 5, No. 7, 2010, pp. 73-77.

[P10] **B. Achchab, A. Agouzal, K. Allali.** Finite Elements Approximation of Two Step Combustion model. *International Journal of Pure and Applied Mathematics. IJPAM Volume 63, No. 4 (2010)*

[P11] **B. Achchab, EL Fatini and A. Souissi.** Subgrid stabilization with shock capturing and a posteriori error estimates for transient convection diffusion problems. (to appear in *The Australian Journal of Mathematical Analysis and Applications*)

[P12] **R. Ellaia, M. Z. Es-sadek, J.-E Souza De Cursi,** Application of an Hybrid Algorithm in a Logistic Problem. *Journal of Advanced Research in Applied Mathematics, Volume 1, Issue 1, 2009.* pp. 34 – 52.

[P13] **W. El Alem, A. El Hami and R. Ellaia,** “A Global Stochastic Optimization Method for Large Scale Problems”, *Math. Model. Nat. Phenom.*, Vol. 5, No. 7, (2010), pp. 97-102.

[P14] **W. El Alem, A. El Hami and R. Ellaia,** “Structural Shape Optimization using an Adaptive Simulated Annealing”, *Key Engineering Materials*, Vol. 446 (2010) pp 101-110.

[P15] **R. Aboulaich Rajae, R. Ellaia and S. El Moumen,** “The Mean-Variance-CVaR model for Portfolio Optimization Modeling using a Multi-Objective Approach Based on a Hybrid Method”. *Math. Model. Nat. Phenom(MMNP)* Vol. 5, No. 7, 2010, pp. 103-108.

[P16] **R. Ellaia, A. Elmouatasim and A. Al-Hossain** A continuous approach to combinatorial optimization: application for water system pump operations. *Optimization Letters.* Vol 5, 24 November 2010.

[P17] **S. Ouhimmou, A. El ham, R. Ellaia and M. Tkiouat,** “Approximate solution of the structural problems using probabilistic transformation”, spécial issue of the *International Journal Key Engineering Materials.* ISSN: 1662-9795. 2010

[P18] **S. Ouhimmou, A. El ham, R. Ellaia and M. Tkiouat,** “A new method for solving structural reliability problems with implicit response functions”, publication in *JOURNAL OF Mechanical Engineering.* ISSN: 0039-2472. 2010.

[P19] **A. Chiboub S. Boujena and J. Pousin.** Variational reduction for the transport equation in a multiple branching plants growth model. In *Math. Model. Nat. Phenom. Vol. 5, No. 7, pp. 11-15, 2010*

[P20] **R. Ellaia, A. Elmouatasim & E. Souza de Cursi.** Projected Variable Metric Method for Nonsmooth Nonconvex Optimization under Linear Restrictions via Stochastic Perturbations. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Sciences* Volume 21, Number 2 2011.

[P21] **R. Aboulaich, A. Habbal, N. Moussaid.** Split of an optimization variable in game theory, *Math. Model. Nat. Phenom(MMNP)*, Vol. 5, No. 7, 2010, pp. 106-111, (2010).

[P22] **R. Aboulaich, A. Habbal and N. Moussaid.** Optimisation multicritère : une approche par partage des variables, *ARIMA*, vol. 13 (2010), pp. 77-89

[P23] **S. Boujena, A. Chiboub and J. Pousin,** Variational Reduction For The Transport Equation in a Multiple Branching Plants Growth Model, *Math. Model. Nat. Phenom.* Vol.5, No. 7, 2010.

[P23] **S. Boujena, A. Chiboub and J. Pousin.** Transport Equation Reduction for a Mathematical Model in plant growth. *Math. Model. Nat. Phenom.* Vol. 6, No. 2, 2011, à paraître.

[P24] **H, Bouloiz, E, Garbolino, M, Tkiouat.** Contribution of a systemic modeling approach applied to support risk analysis of a storage unit of chemical products in Morocco. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 23, 312-322, **2009**.

[P25] **H, Bouloiz, E. Garbolino, M, Tkiouat.** A system dynamics model for behavior analysis of safety in a storage unit of chemicals in Morocco. (article soumis, *journal of loss prevention in the process industries*).

Articles dans des actes de conférences

[C1] **S.Ouhimmou, A.El hami, R. Ellaia and M. Tkiouat,** “Approximate solution of the structural problems using probabilistic transformation”, ICSAAM 2009. September 7-10, 2009. Tarbes, France.

[C2] **S.Ouhimmou, A.El hami, R. Ellaia and M. Tkiouat,** “ Evaluation of the reliability of structural models using Probabilistic Transformation”, 2ème Meeting en Optimisation Modélisation et Approximation 19-21 Novembre, 2009 - Casablanca, Maroc.

[C3] **R. Aboulaich, R. Ellaia, S. Elmoumen, A. Habbal, N. Moussaid,** Equilibre de Nash et solution de Kalai Smorodinsky, Deuxième congrès de la SM2A , 28-30 juin 2010 Rabat, Maroc.

[C4] **Aboulaich R., Habbal A., Moussaid N.,** Optimisation multicritère : une approche par partage des variables, TAMTAM 09, 17-19 Mai 2009, Kenitra, Maroc.

[C5] **R. Aboulaich, S. Boujena, E. El Guarmah,** « A Nonlinear Diffusion Model With Non Homogeneous Boundary Conditions In Image Restoration », 10th European Congress of Stereology and Image Analysis, Milan – Italy, June 22-26, 2009

[C6] **S. Boujena, A. Chiboub, J. Pousin,** « Analyse et Simulation Numérique pour un modèle décrivant la croissance des plantes », International meeting « Méthodes Mathématiques et Modélisation », Faculté des Sciences Ain Chock, Casablanca-Maroc, Novembre 2009.

[C7] **S. Boujena, A. Chiboub, J. Pousin,** « Variational reduction for the transport equation in a plant growth model », « International workshop on Biomathematics and biomechanics », Tozeur-Tunisia, November 20-23, 2009.

[C8] **S. Boujena, A. Chiboub, J. Pousin,** «Variational Reduction Method for a Mathematical Plant Growth Model», Deuxième Congrès de la Société Marocaine de Mathématiques Appliquées SM2A, Rabat, 28-30 Juin 2010.

[C9] **H, Bouloiz, E. Garbolino, M, Tkiouat.** Contribution of UML model to risk analysis of an industrial system. Conférence internationale ESREL (European Safety and Reliability). Selected Papers, avec comité de lecture. GREECE. **5-9 Septembre 2010**.

Thèses de doctorat :

[T1] **Aziz Darouichi, encadré par R. Aboulaich et B. Achchab.** Identification and numerical resolution of a pollution problem in porous media, **juillet 2009.**

[T2] **Noureddine Moussaid encadré par R. Aboulaich (LERMA) et A. Habbal (OPALE),** Optimisation multidisciplinaire par partage mixte de variable. Applications au traitement d'images et à l'optimisation topologique. **Septembre 2010.**

[T3] **Hafida Bouloiz encadrée par M. Tkiouat et E. Garbolino sur le thème : Contribution par une nouvelle approche de modélisation systémique à l'analyse des risques d'un système industriel , soutenue en décembre 2010.**

7. Divers

7.1- Projets, contrats

1- LERMA : Projet financé par l'Université Mohammed V- Agdal au profit des membres ANO du LERMA (30 000 Euros sur 3 ans, 2009 – 2012)

2- Projet d'action intégrée en cours d'étude entre plusieurs membres de l'équipe ANO (R. Aboulaich, S. Boujena (responsable), J. Pousin, V. Volpert et d'autres collaborateurs français et tunisiens du LAMSIN).

3- OPALE : Contrat Arcelor Mittal, financement de la thèse de doctorat de Alaa Benki : Optimisation concurrente de forme de coque mince en régimes élastoplastique et de crash. Application à la conception d'automobiles.

4- OPALE : Financement par contrat SYSTEMATIC (FEDER 9) de la thèse de de F.Z. Oujebbour : Modèles de jeux en optimisation multi disciplinaire des systèmes distribués. Application en conception aciers haute résistance.

5- MACS : « Interaction Fluide Structure dans la circulation du sang numérique: modélisation mathématique et numérique » Convention de Coopération CNRST-MAROC / GRICES (ex ICCTI)-PORTUGAL entre le Laboratoire de Modélisation Analyse et contrôle des systèmes MACS de la faculté des sciences de l'Université Hassan II, Casablanca, associé au LERMA et le centre de mathématiques et Applications CEMAT et le Département de Mathématiques de l'institut technique supérieur de Lisbonne durant la période 2007-2009.

7.2- activités de vulgarisation scientifique

Participation des membres du LERMA à la semaine de la science au profit de lycéens par des Posters de vulgarisation des modèles mathématiques et par des séances de travaux pratiques sur des logiciels libres tel que Scilab : avril 2010, R. Aboulaich et doctorants du LERMA.

R. Aboulaich : membre du Club Scientifique de l'Ecole Mohammadia créée en novembre 2010, conférences et ateliers au profit des lycéens.

7.3- Séjours et échanges

Visites Séniors

R. Aboulaich : séjour d'une semaine à Paris pour participer à un Workshop sur les problèmes inverses organisé par l'équipe DEFI à INRIA Saclay en mai 2010, financé par Hydromed. Séjour d'un mois à Paris en tant que professeur invité à l'Ecole Polytechnique en octobre 2010 pour avancer sur les travaux de recherche entamés en collaboration avec Houssein Haddar et Aziz Darouichi. Animation d'un séminaire au sein du groupe problèmes inverses. Séjour de trois jours à Lyon et trois jours à Paris pour discuter avec les partenaires ANO en janvier 2011, financé par le LIRIMA.

B. Achchab : Séjour scientifique au Laboratoire de Mathématiques et leurs Applications de Pau, du 10/07/2010 au 20/07/2010, sur invitation du professeur B. Amaziane.

S. Boujena : Séjour à l'Institut Technique Supérieur de Lisbonne du 6 au 13 Décembre 2009. Participation au séminaire du centre de recherche en Mathématiques et Applications de l'Université d'Evora au Portugal le 7 Décembre 2009 sous le titre « The transport equation in a plant's growth model ». Séjour à l'INRIA de l'université Sophia Antipolis de Nice du 5 au 12 Septembre 2010, financé par SCOμ.

R. Ellaia : séjour d'un mois en juillet 2010, en tant que professeur invité à l'INSA de Rouen pour avancer les travaux de recherche entamés en commun avec A. El Hami.

M. Tkiouat : Séjour d'une semaine à Paris en juillet 2010, pour co-organisation et animation des cours dans le cadre de l'école thématique organisée à Paris du 05 au 07 juillet 2010 sur le thème : Risk Prevention for Environment and Human Society against Dangerous Goods Transport / Accidents and Malicious Intentions: Methods and Tools. Financement par le LIRIMA.

Plusieurs participants à la session Biomathématique organisée lors du congrès de la SM²A en juin 2010 ont été pris en charge sur le budget LIRIMA.

A. Habbal : séjour d'une semaine au LERMA, en septembre 2010 (jury de thèse de N. Moussaid), et séjour d'une semaine en décembre 2010 à Rabat pour avancement des travaux en cours avec N. Moussaid et S. El Moumen.

F. Baghery : Séjour d'une semaine au LERMA, en octobre 2010 pour avancement des travaux de recherche dans le cadre de la thèse de A. Jraifi.

H. Zidani et O. Bokanowski: Séjour de 3 jours au LERMA en décembre 2010, discussion sur le sujet de doctorat de I. Mdarhri, séjour financé par « SCOμ ».

Adélia Sequeira séjour du 27 Juin 2010 au 1er Juillet 2010 à Casablanca dans le cadre de sa participation à la session invitée Biomathématiques du deuxième congrès de la SM²A, Juin 2010, avec une communication sous le titre « Computational Hemodynamics of Cerebral Aneurysms: Uncertainty in Numerical Simulations », financée par la convention de coopération *CNRST-MAROC / GRICES*.

Vitaly Volpert Séjour du 27 au 29 Juin 2010 à Rabat dans le cadre de sa participation à la session invitée Biomathématiques du deuxième congrès de la SM²A, Juin 2010, avec une communication sous le titre « Hybrid models for cell population dynamics », financé par le projet Scoμ.

Stages de doctorants :

H. El Hachimi et H. Zidani ont séjourné pour deux mois (juin - juillet 2010) à l'INSA de Rouen, sous la direction de A. ElHami, financement par LIRIMA.

A. Benjouad a effectué un stage d'un mois (décembre 2010) à l'INRIA Saclay, sous la direction de Olivier Pantz, financement par LIRIMA.

I. Mdarhri a effectué un stage d'un mois à l'ENSTA, Paris en janvier 2011 sous la direction de O. Bokanowski et H. Zidani, financement par LIRIMA.

H. Bouloiz a effectué un séjour de 18 mois au Centre sur les Risques et les Crises (CRC) de l'Ecole des Mines de Paris. Sophia Antipolis, France, sous la direction de Dr. Emmanuel Garbolino. **26 Mai 2008 au 30 Novembre 2009.** Financement par une bourse européenne pendant un séjour à Nice dans le cadre du projet IMAGEEN.

H. El Hadaf a effectué un stage de deux mois à l'université de Valenciennes, sous la direction de A. Artiba, mai-juin 2010.

K. Bouihat a effectué un séjour d'une semaine en juillet 2010, à l'Université de Pau, pour participer au colloque MAMERN, organisé par le Professeur B. Amaziane.