Projet MASOH - Rapport d'étape

Jean-Paul Chehab

December 15, 2006

1 Organisation et déroulement du projet pour la période mars 2006- novembre 2006

La thématique du projet MASOH (Modélisation Analyse Simulation d'équations Ondes Hydrodynamiques) était abordée sous différents aspects avant la mise sur pied du projet lui-même. Les axes pré-existants étaient

- Lille-Grenade (modèles cinétiques, Schrödinger-Poisson : T. Goudon, J. Soler, J. Nieto)
- Lille-Monastir (méthodes multiniveaux : C. Calgaro, JP. Chehab, J. Laminie (Orsay) et E. Zahrouni)
- Amiens-Marrakech (analyse mathématique et numérique des EDP d'évolution pour les grands temps : O. Goubet, S. Dumont, M. Abounouh, H. Al Moatassime)
- Amiens-Monastir (Analyse harmonique des EDP : O. Goubet, E. Zahrouni)

Ajoutons que O. Goubet avait assuré un cours de DEA à Monastir en novembre 2005.

La première phase du projet a donc eu pour objet de renforcer ces collaborations mais aussi d'en initier de nouvelles. A cet effet, nous avons particulièrement mis l'accent sur les rencontres entre MASOHistes. C. Besse et O. Goubet ont démarré conjointement deux co-encadrement de thèse avec deux étudiantes de Monastir ; J.P. Chehab a collaboré avec l'équipe de Marrakech N. Tzvetkov et T. Goudon se rendront à Grenade en 2007. Notre idée est de créer et/ou de renforcer des liens et des collaborations durables entre les différents partenaires de MASOH, suivant un graphe complet.

1.1 Missions

Les rapports détaillés sont joints en annexe. Nous donnons ici le calendrier des missions déjà effectuées

- Juillet 2006 M. Abounouh (Marrakech), J.P. Chehab (Lille) et J. Nieto (Grenade) ont présenté le projet lors de la réunion de lancement à l'INRIA de Sophia Antipolis

- Juillet 2007 Christophe Besse (Lille) et Olivier Goubet¹ (Amiens) se sont rendus à la FSM de Monastir pour présenter des sujets de thèse sur la thématique MASOH et deux étudiantes ont démarré avec eux ; les thèses sont effectuées en co-tutelle.
- Novembre 2006 J.P Chehab et Olivier Goubet, accompagnés de Serge Dumont², se sont rendus à la FST de Marrakech ; un travail sur la simulation pour les grands temps d'une équation de Schrödinger non linéaire faiblement amortie a été finalisé. Il a donné lieu à un article actuellement soumis à Communication in Pure and Applied Analysis.

1.2 Rencontres

Nous mettons à profit les proximités géographiques et scientifiques entre Lille et Amiens pour réunir régulièrement les MASOHistes nordistes et picards ; les chercheurs de ces deux équipes se connaissent depuis de nombreuses années et échangent régulièrement : participations communes à des rencontres scientifiques, encadrement d'étudiants en DEA (J.P. Chehab et S. Méfire) ...

- Juin 2006 Première rencontre entre les acteurs de MASOH à Amiens, profitant de la présence de Mostafa Abounouh, professeur invité au LAMFA à ce moment-là (participants : C. Calgaro, J.P. Chehab, O. Goubet, S. Dumont, S. Mefire, M. Abounouh, A. Hakim, A. Atlas). Au programme :
 - Exposé d'Olivier Goubet sur les équations dispersives.
 - Discussions sur l'organisation pratique
- Septembre 2006 Deuxième rencontre entre MASOHistes à Lille (participants : C. Besse, C. Calgaro, J.P. Chehab, T. Goudon, J. Lamminie, O. Goubet, A. Atlas). Programme :
 - Exposé de Christophe Besse sur les schémas pour Schrödinger
 - Discussions sur l'organisation pratique
- Une troisième rencontre à Lille le 19 décembre 2006.
Deux exposés scientifiques
 - Jean-Claude SAUT (Orsay)
Systèmes de Boussinesq faiblement transverses,
 - Laurent di MENZA (Paris XI)
Titre à préciser

D'autre part, le point est fait sur les travaux en cours, sur la façon dont nous fonctionneront l'an prochain.

¹Soutenue financièrement pour cette mission par le CMCU (Commission mixte de coopération universitaire) "ondelettes et fractals"

²Soutenu par l'accord CNRST / CNRS no 18602 intitulé "couplage fluide-sable".

1.3 Visites de MASOHistes

Ezzeddine Zahrouni (Monastir) est venu 3 jours à Lille, profitant d'une mission financée par le CMCU.

1.4 Formations thématiques (cours spécialisés)

T. Goudon a donné un cours spécialisé à Grenade en février 2006.

1.5 Diffusion des activités de MASOH

Un site WEB a été créé :

<http://math.univ-lille1.fr/~chehab/MASOH/masoh.html>

Les publications sont mises en ligne sur le site HAL et sont destinées à être des rapports INRIA dans un premier temps.

1.6 Démarches parallèles

Nous avons formulé une demande pour entrer dans le réseau SARIMA. C'est en effet un moyen de pouvoir bénéficier de supports pour des séjours d'étudiants marocains ou tunisiens en France et de placer cette collaboration scientifique euro-maghrebine dans une optique à plus long terme ; signalons que cette demande prend appui sur un ensemble d'échanges dépassant le cadre strict du projet MASOH : cours de T. Goudon à St Louis du Sénégal (2006), projet européen TEMPUS (Orsay-Monastir-Lille-Delft), projet CMCU "Ondelettes et Fractals" (auquel participent notamment O. Goubet et E. Zahrouni), projet de recherche DGRSRT-CNRS, Action d'Echanges 2003, code 03/R 1503 : "Simulation multi-échelle et analyse mathématique des équations d'ondes dispersives" (C. Calgaro, J.P. Chehab, J. Laminie, A. Chatti, E. Zahrouni), accord CNRS/CNRST Amiens-Marrakech, co-encadrement de thèse (Abdelghafour Atlas). Nous entendons également avoir recours au programme "intership" pour pouvoir financer le séjour d'étudiant en thèses sur les thématiques MASOH.

2 Bilan

2.1 Travaux entamés

Un article est soumis à Communication in Pure and Applied Analysis : Discrete Schrödinger equations and dissipative dynamical systems, par M. Abounouh, H. Al Moatassime, J.-P. Chehab, S. Dumont, O. Goubet.

2.2 Démarrage de thèses

- étudiante : Emna Ezzoug (co-encadrement Olivier Goubet + Fathi ben Nasr (Monastir)), sujet *Analyse mathématique et numérique d'équations de NLS faiblement amorties en dimension deux*

L'équation de Schrödinger non linéaire faiblement amortie en dimension 1

$$(NLS1) \quad u_t + \gamma u + i(u_{xx} + |u|^2 u) = f + \text{C.L. périodiques}$$

avec $\gamma > 0$ jouit de la propriété suivante : pour $u_0 \in L^2$, il existe un attracteur global $\mathcal{A} \in H^2$.
Conséquences : on a transfert d'énergie des hautes vers les basses fréquences.

Au niveau discret, on montre pour une discrétisation en différences finies en espace, il existe un attracteur $\mathcal{A}_{\Delta x}$ borné dans $H^2_{\Delta x}$ uniformément en Δx .

L'objet de la thèse consiste à étudier s'il y a des phénomènes analogues en dimension 2 d'espace : écriture de schéma, étude pour les grands temps.

- étudiante : Ibtissem Damergi (co-encadrement Christophe Besse + Fathi ben Nasr),
sujet *Optique non linéaire en milieu stratifiés*.

Pour de fortes amplitudes et des impulsions courtes, l'équation modélisant la propagation d'une onde est en première approximation l'équation de Schrödinger non linéaire. Elle possède des propriétés remarquables dont la plus utile du point de vue physique est l'existence de solutions localisées stables qui peuvent se déplacer dans l'espace sans perte de forme. On parle alors de solitons. Malheureusement, bien que ces solutions existent, elles ont le défaut d'être instables ce qui les rend, par exemple numériquement, extrêmement difficile à capturer. Une des possibilités, pour stabiliser ces solutions, semblent être de modifier régulièrement l'indice optique du matériau dans lequel l'onde se propage. A cette fin, des physiciens ont proposés d'empiler successivement des matériaux d'indice optique différents, et ceci périodiquement, et les premières expériences semblent valider cette approche.

L'objet de la thèse est de comprendre la modélisation, d'effectuer l'analyse mathématique des modèles sous-jacents et d'effectuer des simulations fines pour valider l'approche décrite.

2.3 Evènements connexes

C. Besse (examinateur) et J.P. Chehab (rapporteur) ont fait partie du Jury de thèse d'Abdelghafour Atlas (co-direction O. Goubet et M. Abounouh), *Analyse Mathématique et numérique du comportement des solutions d'équations d'ondes hydrodynamiques. Modèles de type Boussinesq et KdV*, soutenue au LAMFA le 23.06.2006.

3 Organisation prévue pour 2007

Nous entendons continuer à travailler en suivant la même approche. Voici les grandes lignes prévues pour la seconde saison MASOH.

3.1 Missions

- Mars 2007 : Nikolay Tzvetkov (Lille) et Thierry Goudon (Lille) se rendront à Grenade
- ? 2007 Christophe Besse et Olivier Goubet se rendront à Monastir pour rencontrer les étudiantes qu'ils suivent en co-tutelle
- septembre 2007 : mission à Marrakech (O.G, J.P.C, S.D)

3.2 Séjours de MASOHistes

- Mostafa Abounouh séjournera à Lille en juin 2007 pour un mois, en qualité de professeur invité (contingent UFR de mathématiques)

- Abdelghafour Atlas a été recruté comme ATER à Lille pour le second semestre 2006/2007

3.3 Rencontres

Deux à trois rencontres seront organisées : entre les équipes de Lille et d'Amiens d'une part et entre toutes les composantes MASOHistes d'autre part.

4 Demande de moyens pour 2007

Nous demandons que le même budget soit attribué au projet MASOH pour l'année 2007, soit 10 000 euros.