CURRICULUM VITÆ de Jean-Paul CHEHAB

Date et lieu de naissance :	le 3 décembre 1964 à Paris XIV
Nationalité:	Française
Adresse professionnelle:	Laboratoire Amienois de Mathématiques Fondamentales et APpliquées, UMR 6140 Université de Picardie, Jules Verne 33, rue Saint-Leu 80087 Amiens Cedex
Fonction:	Professeur
Téléphone:	03 22 82 75 91 (fax)
Mél / URL	jean-paul.chehab@u-picardie.fr

1 Formation et cursus professionnel

1.1 Formation

- Habilitation à Diriger les Recherches soutenue le 14 juin 2004 à l'Université de Lille 1
  Titre : *Sur des méthodes multiniveaux en différences finies pour la résolution de problèmes elliptiques et paraboliques* ; Composition du Jury : Jacques Blum (rapp.), Claude Brezinski, Albert Cohen (Pres.), Thierry Goudon, Jacques Laminie, Yvon Maday (rapp.), Yousef Saad (rapp.), Roger Temam.

- Doctorat d'Université en Mathématiques soutenu le 21 janvier 1993 à l'Université Paris-Sud, Orsay, mention très honorable. (La thèse a été interrompue d'août 1990 à août 1991 à cause du service militaire actif) Directeur de Thèse: Professeur Roger Temam Titre : *Méthode des inconnues incrémentales. Applications au calcul des bifurcations.*
  Jury : J.-P. Boujot (rapp.), M. Crouzeix (rapp.), C.Jouron, I. Kevrekidis, J. Laminie, B. Scheurer, R. Temam

- Diplôme d'Etudes Approfondies d'Analyse numérique et Fonctionnelle, en juin 1988 à l'Université Paris-Sud, Orsay ; mémoire encadré par J.-M. Ghidaglia sur la simulation numérique d'une équation de type Schrödinger quasilinéaire.

- DEUG, Licence et Maîtrise de Mathématiques Appliquées en juin 1987 à l'Université Paris-Sud, Orsay.

1.2 Activité professionnelle

Maître de Conférences (MC) à l'Université des Sciences et Technologies de Lille, depuis septembre 1995. 1/2 ATER à l'Université de Paris XI, Orsay (1992-1993) ; Auparavant : ATER à l'Université de Paris XI, Orsay (1991-1992); service militaire actif (1990-1991) ; Moniteur à l'Université de Paris X, Nanterre (1989-1990).

1.3 Carrière, primes et promotions

- 2007- Obtention de la prime d'encadrement doctoral et de recherche
- 2007 Nomination au poste de professeur des universités à l'Université de Picardie Jules Verne
- 2005 qualification PR, section 26 du CNU
- 2001-2005 obtention de la Prime d'Encadrement Doctoral et de Recherche
- 2001 - 2002 obtention d'une année de CRCT
- 1999 Première classe des MCF (promotion au CNU)
- 1995 Nomination comme maître de conférences en mathématiques à l'Université de Lille 1.

2 Activités administratives

2.1 Commissions de spécialistes

Présent : depuis 2002 membre de la CSE 25-26 du LAMFA (UPJV, AMIENS), depuis 2004 CSE 25-26 de l'Université du Littoral (ULCO), depuis 2005 membre de la CSE 25-26 de l'UAG (Pointe-à-Pitre). Par le passé : Lille (1998-2004), Valenciennes (1998-2004)

2.2 Projet européen TEMPUS

Responsable pour l'Université de Lille 1 du projet TEMPUS "Mathématiques Assistées par Ordinateur et Modélisation" CD-JEP-3114762003. Ce projet a pour but de former des collègues tunisiens de l'Université du centre (Monastir, Sousse) à l'enseignement des mathématiques sur ordinateur et à la modélisation mathématique, dans l'optique de la préparation à l'agrégation tunisienne. Il est piloté par l'Université Paris XI, Orsay (Jacques Peyrière) et Monastir (F. ben Nasr) ; les universités de Delft et de Lille y participent. Sa dotation est de 500 000 euros pour une durée de 3 ans. La réalisation de ce projet s'organise autour de stages de formations au calcul scientifique et à la modélistaion (cours concentrés à Monastir, stages de 2 à 4 semaines de collègues tunisiens à Orsay, Lille ou Delft) ainsi que de l'équipement informatique de 3 salles à Monastir.

3 Activités d'enseignement

3.1 Cours-td-tp

3.1.1 Comme professeur des universités Àmiens (depuis sept. 2007)

- **2007 / 2008** : TD-TP d'analyse réelle en L1 ; TD-TP d'analyse matricielle en L3 ; cours-TD-TP de langage de programmation (Matlab) en M1 ; cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, cours-TD d'anglais en situation, en M2 d'analyse appliquée.

3.1.2 Comme maître de conférences à Lille (depuis sept. 1995)

- **2006 / 2007** : cours (amphi) d'analyse numérique des EDP (différences finies et éléments finis) en master 1 de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, cours de mathématiques et analyse numérique des EDP et de résolution des grands systèmes en Master Pro 2 "Maths-Méca" : Simulation Numérique et Mécanique (tp et projets en Matlab).
- **2005 / 2006** : TD de Calcul scientifique (Maple) en licence (semestre 4) de mathématiques, cours (amphi) d'analyse numérique des EDP (différences finies et éléments finis) en master 1 de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, cours de mathématiques et analyse numérique des EDP en Master Pro 2 "Maths-Méca" : Simulation Numérique et Mécanique (tp et projets en Matlab).
- **2004 / 2005** : TD de Calcul scientifique (Maple) en licence (semestre 4) de mathématiques, cours (amphi) d'analyse numérique des EDP (différences finies et éléments finis) en master 1 de mathématiques, cours de MAO (Matlab et Fourier) en master 1 de mathématiques cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, cours de mathématiques et analyse numérique des EDP en Master Pro 2 "Maths-Méca" : Simulation Numérique et Mécanique (tp et projets en Matlab).
- **2003 / 2004** : TD de Calcul scientifique (Maple) en licence de mathématiques, cours (amphi) d'analyse numérique et EDP (Sobolev et éléments finis) en maîtrise de mathématiques, cours de MAO (Matlab et EDP) en maîtrise de mathématiques cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, formation d'enseignants du secondaire à l'IREM de Lille (cours et projets en Maple)
- **2002 / 2003** : cours de calcul scientifique en première année de DEUG MIA (option culturelle), TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, TD de Calcul scientifique (Maple) en licence de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, cours de MAO (Matlab et EDP) en maîtrise de mathématiques
- **2001 / 2002** : CRCT
- **2000 / 2001** : cours de calcul scientifique en première année de DEUG MIA (option culturelle), TD de Calcul scientifique (Maple) en licence de mathématiques, cours (amphi) et TD d'analyse numérique et EDP (Sobolev et éléments finis) en maîtrise de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation,
- **1999 / 2000** : cours de calcul scientifique en première année de DEUG MIA (option culturelle), TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, TD de Calcul scientifique (Maple) en licence de mathématiques, cours (amphi) d'analyse numérique et EDP (Sobolev et éléments finis) en maîtrise de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, Cours spécialisé DEA de mathématiques,Initiation au logiciel SCILAB pour les agrégatifs

- **1998/ 1999** : TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, TD de Calcul scientifique (Maple) en licence de mathématiques, cours (amphi) et TD d'analyse numérique et EDP (Sobolev et éléments finis) en maîtrise de mathématiques, cours et td en préparation à l'agrégation de Mathématiques option Calcul scientifique et modélisation, Cours et TD d'initiation à la programmation en FORTRAN en DEA de mathématiques,Initiation au logiciel SCILAB pour les agrégatifs
- **1997/ 1998** : Td de mathématiques générales en première année de DEUG MIA, cours (amphi) et TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, cours (amphi) et TD de méthodes de discréstisation d'EDP (éléments finis) en maîtrise de mathématiques, Cours et TD d'initiation à la programmation en FORTRAN en DEA de mathématiques
- **1996/ 1997** : Td de mathématiques générales en première année de DEUG MIA, cours (amphi) et TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, cours (amphi) et TD de méthodes de discréstisation d'EDP (éléments finis) en maîtrise de mathématiques, Cours et TD d'initiation à la programmation en FORTRAN en DEA de mathématiques
- **1995/ 1996** : Td de mathématiques générales en première année de DEUG MIA, cours (amphi) et TD d'analyse numérique en deuxième de DEUG MIA, cours (amphi) et TD de méthodes de discréstisation d'EDP (éléments finis) en maîtrise de mathématiques, Cours et TD d'initiation à la programmation en FORTRAN en DEA de mathématiques.

3.1.3 Comme moniteur et ATER

- 1989 /1990 : (Moniteur) TD de mathématiques générales à l'Université PARIS X, Nanterre, en 2ième année de DEUG MASS.
- 1991/1992 : (ATER, poste entier) Université PARIS XI, Orsay, Cours intégré en première année de DEUG A
- 1992/1993 : (ATER, demi poste) Université PARIS XI, Orsay, Cours intégré en première année de DEUG A

3.2 Encadrement d'étudiants

- A partir de Janvier 2007 : co-encadrement d'une thèse en co-direction , avec E. Zahrouni (Prof. Monastir, Tunisie), sur le sujet *Analyse et simulation des ́quations quasi géostrophiques.*
- 2005/2006 G. Delreux et O. Carpentier, Master pro 2 de Maths-Méca (Lille). Simulation des équations de Navier-Stokes 2 D incompressibles, instationnaires, en formulation vitesse pression ; ecriture d'un logiciel en Matlab.
- 2004/2005 (Mini projet) Y. Mameri (actuellement en thèse à Lille 1 avec N. Tzvetkov), Master 2 de Mathématiques appliquées de Lille, sur l'article *Time and Space adaptivity for the second wave equation* par C. Bernardi et E. Süli, Rapport du laboratoire Jacques-Louis Lions R 04022, 2004
- 2003/2004 A. Azzouzi (actuellement en thèse avec O. Goubet au LAMFA, Amiens), DEA de mathématiques d'Amiens, co-encadrement avec Séraphin Mefire, MCF au LAMFA, Amiens, *sur une méthode de préconditionnement passerelle en éléments finis.*
- 1999/2000 M. Poret (Thèse en 2005 à l'INRIA sophia Antipolis), *Méthodes de descente multi-paramètres et multi-résolution pour la résolution numérique de problèmes elliptiques.*
- 1997/1998 E. Degryse (Thèse en 2001 à l'UTC, actuellement Prag à l'IUT de Caen), *Schémas compacts et préconditionnement.*

3.3 Jurys de thèse

- juin 2006 - rapporteur de la thèse d'Abelghafour ATLAS, *Analyse Mathématique et numérique du comportement des solutions d'équations d'ondes hydrodynamiques. Modèles de type Boussinesq et KdV.*
- novembre 2007 membre du jury de thèse de Sidy Fall à l'Université de Picardie.
- décembre 2007 membre du jury de thèse de D. Yacoubi à UniversitṔaris 6
- décembre 2007 - rapporteur de la Thèse de H. Frikri à l'ENS Cachan
- 17 juillet 2008 membre du jury de T̀hese de Y. Mammeri à l'université Lille 1

3.4 Stages : organisation et enseignement

En Juin 2002 et en Avril 2003, cours de Maple dans le cadre du CIES à l'UPS d'Orsay (en collaboration avec F. Menous (Orsay)) ; en 2005 et 2006, organisation des stages de formation en anlyse numérique et EDP à Lille pour les collègues de Monastir (Projet TEMPUS)

3.5 Animation

- Sept. 1999 Co-création et animation du groupe de travail Enseignement des MAthématiques et LOgiciels de CALcul (EMALOCAL). C'est un groupe de reflexion autour de l'intégration des moyens de calculs dans l'enseignement des mathématiques ; à cet effet, EMALOCAL a mis sur pied un séminaire mensuel auquel des chercheurs et des enseignants reconnus ont déjà donné des exposés ; y ont exposé notamment A. Lichnewski (Orsay), J.-L. Colot (ULB, Bruxelles), M. Asch (Amiens), F. Boulier (Lille), B. Perrin-Riou (Orsay), M. Graça (Lisbonne) F. Alouges (Orsay). Ce groupe a été soutenu financièrement par l'Université de Lille 1 (12000 euros).
- Juin 2003 et juin 2004 : enseignement de calcul formel dans le cadre d'un stage IREM (IREM de Lille)

3.6 Missions pédagogiques

- Janvier 1999 Université des Antilles et de la Guyane (Pointe à Pitre), cours d'analyse numérique avec SCILAB en licence de mathématiques.
- Avril 2003 . IPEST de Tunis, préparation à l'agrégation de mathématique tunisienne.
- Juin 2005 . IPEST de Tunis, préparation à l'agrégation de mathématique tunisienne.

4 Activités de Recherche

4.1 Séjours scientifiques et exposés

- Séjours scientifiques : Séjour post-doctoral à l'Institute for Scientific Computing (Indiana University, Bloomington, Indiana, USA), de Septembre 1994 à Décembre 1994 ; Invitation à l'Université des Antilles et de la Guyanne, (Pointe-à-Pitre), 3-25 janvier 1999 ; Université Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil), 6-21 Octobre 2000 ; Institute for Scientific Computing (Indiana University, Bloomington, Indiana, USA) Septembre 2001 ; Université Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil), 14-31 Janvier 2002 ; Université centrale du Venezuela, Caracas, juillet 2003, 3 semaines ; Université centrale du Venezuela, Caracas, juillet 2004, 2 semaines ; FST Marrakech, une semaine, novembre 2006 et novembre 2007.
- Exposés dans des rencontres internationales : "Recent Advances in Numerical Analysis for Partial Differential Equations" (Politecnico de Turin 1995) ; "Algorithms for Sparse Large Scale Linear Algebraic systems : State of the Art and Applications in Science and Engineering" ; NATO Advanced Study Institute (Las Palmas 1996) ; "International Congress on Numerical Methods for Partial Differential Equations", Marrakech (1998) ; Journées EDP, Valenciennes (1999) ; Ecole des Mines de Douai (1999) ; "Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality", CIRM, Marseille, (2000) ; "First Meeting on Iterative Methods and Symbolic Computation", Lisbonne (2001) (conférencier invité) ; "Numerical Algorithms", Marrakech (2001) ; "Quatrièmes journées d'algorithmique numérique appliquée aux problèmes industriels", Calais 15-16 mai 2003 ; colloque "Ondelettes, fractales et applications", Monastir (Tunisie), octobre 2004 ; congrès "Matricial Analysis and Applications 07" au CIRM, octobre 2007 ; "NCP07" INSA-Rouen, décembre 2007.
- Séminaires (depuis 2002) : Université Fédérale de Rio de Janeiro, Brésil (Janvier 2002) ; Université d'Amiens (mars 2003) ; Université centrale de Caracas, Venezuela (juillet 2003) ; CEMRACS 2003 (Aout 2003) ; GTN d'Orsay (Novembre 2003) ; Institut Elie Cartan, Nancy (Janv 2004). (2005) : ENS Cachan, Antenne de Bretagne (janvier 2005), IECN Nancy (mars 2005), Metz (avril 2005), Orsay (Octobre 2005), UTC Compiègne (Décembre 2005), ULP de Strasbourg (mars 2006), Univ. Nantes (mars 2006)

4.2 Résumé des travaux de recherche

(les références dans le texte qui suit se rapportent à la liste de publications)
Mes travaux s'organisent autour de trois axes, *a priori* indépendants, bien que des connexions soient toujours envisageables,

- Méthodes multirésolutions en différences finies
- Algèbre linéaire numérique
- Simulation d'équations d'ondes

4.2.1 Méthodes multirésolutions en différences finies

L'idée génératrice provient des méthodes de Galerkin non-linéaire et de l'adaptation de celles-ci aux discrétisations par différences finies (méthode des inconnues incrémentales (II)).

Les méthodes de Galerkin non linéaires ont été originellement introduites pour approcher numériquement les solutions de systèmes dynamiques dissipatifs pour les grands temps ; à cet effet, s'appuyant sur la théorie des variétés inertielles, il était proposé de modéliser l'interaction entre grandes et petites structures (ou échelles) par une loi exacte ou approchée, ce qui revient, d'un point de vue numérique, à traiter les données par des schémas différents, suivant qu'elles soient associées à la partie principale $\bar{u}$ ou à celle fluctuante u' de la solution $u = \bar{u} + u'$. Dans un premier temps, ces nouvelles méthodes furent formulées dans un cadre spectral ; les grandes et les petites structures apparaissent alors naturellement de par la convergence du développement en série de la solution dans une base hilbertienne *ad hoc*. Cette décomposition n'est plus immédiate lorsque la discrétisation en espace est réalisée par différences finies ou par éléments finis, toutes les inconnues étant de l'ordre de la solution physique. Pour palier cette difficulté, il a été proposé d'utiliser la décomposition des données produites par les préconditionneurs hiérarchiques, créant ainsi un lien inattendu entre les techniques de type multigrilles et la simulation de problèmes d'évolution. Les préconditionneurs hiérarchiques consistent en un changement de variable récursif, sur plusieurs niveaux de discrétisation, où les inconnues nodales des grilles fines intermédiaires sont remplacées par des erreurs d'interpolation. D'abord développé en éléments finis où ils ont montré leur efficacité sur le préconditionnement de problèmes elliptiques autoadjoints, ce concept a été adapté en différences finies. Les nouvelles inconnues décrites dans la base hiérarchique sont les *inconnues incrémentales* (I.I.).

J'ai introduit un ensemble d'outils numériques pour appliquer les idées contenues dans les méthodes de Galerkin non-linéaire à d'autres contextes que la simulation de systèmes dynamiques dissipatifs. Je m'appuie sur le concept d'inconnues incrémentales pour réorganiser les données en blocs de composantes d'ordre de grandeur différents et propose de traiter numériquement chacun de ces tableaux par un schéma approprié.
Plus particulièrement

- dans [3, 4, 5, 21] respectivement, je construis des préconditionneurs hiérarchiques en différences finies respectivement pour l'opérateur d'Uzawa (problème de Stokes généralisé, en grilles MAC), j'étends la technique de compression des données en combinant I.I. et schémas compacts, je construis des I.I. adaptées aux grilles non uniformes et aux problèmes de convection-diffusion.
- dans [1, 2, 6, 7] j'utilise les I.I. pour accélérer des méthodes de point fixe que j'applique au calcul de solutions bifurquées de problèmes aux valeurs propres non linéaires.
- dans [8, 10, 9] J'utilise la décomposiiton en I.I. pour construire des schémas explicites en temps, plus stables que ceux classiques.

Articles publiés : [1, 2, 3, 4, 5, 21, 6, 7, 8, 10, 9]
Travaux en cours :

- (avec Pascal Poullet (UAG-Pointe à Pitre) Les inconnues incrémentales induites sont un point de départ pour définir des stratégies de grille pour construire des préconditionneurs hiérarchiques adaptatifs, qui "suivent" la solution, pour la résolution de problèmes non linéaires.
- j'applique la technique de stabilisation en temps en l'abordant sous l'angle du shift des modes élevés mais aussi sous celui du préconditionnement, ce qui permet d'adapter les schémas au cas mono-grille. Ces schémas sont appliqués à Burgers 2d et à Navier Stokes 2d (fonction de courant - vorticité). Les premiers résultats sont encourageants, [23].

4.2.2 Algèbre linéaire numérique

C'est bien connu, pour beaucoup d'entre-eux, les processus itératifs peuvent être interprétés comme des systèmes dynamiques discrets ; ils correspondent parfois même à une discrétisation temporelle de systèmes différentiels. Les relations entre algèbre linéaire et systèmes dynamiques sont nombreuses et apparaissent aussi bien dans le champ de l'analyse mathématique que dans celui de l'analyse numérique ; les méthodes numériques conjugant souvent des concepts et des techniques d'algèbre linéaire et d'analyse numérique des EDO.

Je propose de modéliser la solution de systèmes d'équations, linéaires ou non comme état d'un système différentiel (ce peut être aussi bien un état atteint en temps fini qu'un point d'équilibre) ; il ne s'agit pas seulement de définir des versions continues de méthodes déjà existentes. La modélisation intervient en amont de la résolution numérique du problème, comme toujours. Cette approche permet d'aborder l'algèbre linéaire numérique sous un angle différent de celui (dominant) des méthodes de Krylov ; des méthodes classiques sont retrouvées et de nouvelles sont proposées, l'étude de celles-ci s'effectuant à l'aide d'outils d'analyse numérique de EDO au lieu des seules techniques d'algèbre linéaire. Cette approche proposée dans Chehab[15] est d'abord appliquée à la construction de préconditionneurs inverses ; à cet effet on construit deux type d'équations différentielles matricielles (de type Riccati): l'inverse de la matrice est atteinte en temps fini dans la première equation tandis qu'elle est un point d'équilibre asymptotiquement stable pour la seconde. Le préconditionneur se construit alors de proche en proche en intégrant ces équations par un schéma en temps explicite, tel que Euler, ou Runge Kutta, selon les situations. Je construis enfin un système dynamique pour calculer des inverses approchées creuses et donne des estimations d'erreur. Des résultats de convergence sont obtenus.

Dans Chehab-Laminie[13] les systèmes linéaires sont modélisés suivant cette même approche. On construit en particulier un système dynamique qui préside aux méthodes de descentes ; les méthodes du gradient conjugué entrent dans ce cadre ; le préconditionnement y est interprété comme une projection sur une variété linéaire.

Dans [14], des systèmes non linéaires sont modélisés comme états stationnaires de systèmes dynamiques ; la notion de préconditionnement est présentée comme une projection sur un ensemble non linéaire.

Articles publiés : [15, 13, 14, 17]

Articles soumis : [20]

- factorisation incomplète d'une matrice (ou de son inverse) est envisageable par intégration d'un système dynamique *ad hoc* (en préparation)[19].
- (avec M. Raydan) Adaptation des techniques de préconditionnement dynamique pour les équations stationnaires de Navier-Stokes (vitesse-pression) : *Preconditioned residual method for fluid flows* [20] (soumis)

4.2.3 Simulation d'équations d'ondes

L'appréhension et la compréhension de la propagation d'ondes à la surface de l'eau nécessitent la modélisation numérique d'équations d'ondes dispersives telles Korteweg-de Vries, Benjamin-Ono, KP (pour la prise en compte d'effet transverses) et Schrödinger non linéaire pour la propagation d'une onde dans un canal infini.

Avec C. Calgaro (Lille), E. Zahrouni (Monastir) et J. Laminie (Orsay) j'ai entrepris de développer des méthodes multiniveaux pour l'intégration en temps d'équation stelles que KdV, Kuramoto-Sivashinski, Benjamin-Ono. Les méthodes multiniveaux inspirées de Galerkin Non Linéaire (GNL) ne sont pas adaptées à ce contexte (sauf KSE) puisque les transferts d'energie vont des modes bas à ceux élevés ; il n'y a pas d'effet régularisant contrairement aux EDP paraboliques pour lesquelles les méthodes multiniveaux GNL avaient été imaginées.

Un premier rapport technique sur le choix de différentes stratégies est en cours de rédaction [18], il témoigne des travaux effectués durant le proget CNRS/DGRST Orsay-Lille-Monastir.

Depuis janvier 2006, et en écho à ce travail, j'ai défini avec Olivier Goubet (Amiens) un projet dans le cadre de l'appel d'offres INRIA 3+3 Méditerranée. Le projet MASOH[1] (Modélisation, Analyse, Simulation d'Ondes Hydrodynamiques) ambitionne la réalisation et la programmation de schémas numériques et leur analyse mathématique. L'interconnexion entre l'analyse mathématique fine des équations de KdV et leur simulation se retrouve dans les schémas numériques proposés par Bona and co. Nous pensons nous concentrer sur les équations de Benjamin-Ono et KP. L'étude de la stabilité des ondes progressives est un enjeu pour ces équations. En particulier développer des

[1]Ce projet est porté par Thierry Goudon; il a été accepté en mars 2006

codes numériques fiables pour ces phénomènes est un défi considérable. Du point de vue théorique, des parallèles existent entre l'analyse de cette stabilité pour des équations cinétiques (telles Vlasov-Poisson) et dispersives.

L'objectif final du projet sur deux ans est la réalisation de schémas numériques multiniveaux efficaces pour la compréhension des phénomènes d'explosion en temps fini ou d'effet régularisant asymptotique dans le cas d'un amortissement. Pour de modèles de type équations de Navier Stokes le transfert de l'énergie des hautes fréquences vers ses basses fréquences permet un traitement distinct des différentes échelles du modele. Le phénomène d'explosion pour KdV ou BO traduit le phénomène inverse.

Avec M. Abounouh et H. Al Moatassime (FST Marrakech), S. Dumont et O. Goubet (LAMFA Amiens), j'ai travaillé sur la simulation pour les grands temps de l'équation faiblement amortie

$$u_t + \alpha u + i(u_{xx} + |u|^2 u) = f,\ u_0 \text{ donné}$$

avec des conditions périodiques en espace ; ici $\alpha > 0$. Cette équation possède une propriété de régularisation asymptotique et il s'agit de la "mesurer" numériquement au cours d'une simulation. Des techniques d'analyse multi-résolutions sont employées à cet effet, la discrétisation en espace étant réalisée en différences finies. Un schéma de type Crank -Nicolson a été étudié et mis en œuvre, nécessitant la résolution d'un problème de point fixe à chaque étape : les itérations de Picard pour qu'elles soient convergentes dans ce cas exigent un pas de temps petit $\Delta t \approx 1.e-4$ (alors que $\Delta x \approx 1.e-2$); un procédé d'accélération de convergence à été mis en œuvre pour augmenter la zone de stabilité permettant de prendre des pas de temps $\Delta t \approx \Delta x$ et d'avoir une précision cohérente en temps et en espace.

Avec Mostafa Abounouh, Hassan Al Moatassime et Caterina Calgaro, j'ai travaillé sur l'analyse numérique et la simulation des équations de KdV faiblement morties [22].
Articles publiés : [16]

Travaux en cours :

- (avec C. Calgaro, J. Laminie, E. Zahrouni) Banc d'essai de schémas numériques avec décomposition multi-niveaux pour les équations d'ondes, [18] (en finition)
- (avec M. Abounouh, H; Al Moatassime, C. calgaro) étude et mise en œuvre d'une schéma de splitting pour la simulation pour les grands temps d'équations d'ondes faiblement amorties.

4.2.4 Autres thèmes

- représentation intégrale de solutions de l'équation de Heun bi-confluente (Belmehdi-Chehab[11])
- Schémas compacts et préconditionnement. En réécrivant les schémas compacts comme approximations rationnelles d'opérateurs aux différences finies, avec termes de reste, on propose une technique de préconditionnement polynomiale, Chehab[27].
- Equation de Vlasov-Poisson. Dans [12], en collaboration avec A. Cohen (JLL, P6), D. Jennequin (Lille 1), JJ Nieto (Grenade), J. Roche (Nancy), Ch. Roland (Lille 1) et E. Sonnendrucker (Strasbourg), on s'intéresse à la simulation des équations de Vlasov Poisson en reconstituant la densité par des méthodes d'ondelettes adaptatives.

4.3 Participation à des projets scientifiques

- Juillet 2002-juillet 2006. Validation de Accord bilatéral Franco-Tunisien, Projet de recherche DGRSRT-CNRS, Action d'Echanges 2003, code 03/R 1503 : "Simulation multi-échelle et analyse mathématique des equations d'ondes dispersives". Responsables : E. Zahrouni (Monastir, Tunisie), J. Laminie (Orsay, France).
- Janvier 2006 Projet INRIA Méditerranée 3+3 : projet accepté (depuis mars 2006) et renouvelé en janvier 2007 Ce projet (reconductible) implique les Université de Monastir (Tunisie), Marrakech (Maroc), Granada (Espagne), Lille et Amiens ; il porte sur le développement de méthodes numériques pour les équations d'ondes dispersives en interaction avec l'analyse fine de celles-ci. Sa dotation annuelle est de 10 000 euros en 2006 et de 15 000 euros en 2007, voir aussi le site `http://math.univ-lille1.fr/~chehab/MASOH/masoh.html`

4.4 Organisation de rencontres scientifiques

- octobre 2001 Membre du comité d'organisation du congrès international "Numerical Algorithm 2001" à Marrakech
- mai 2002 (avec J. Laminie et C. Calgaro) organisation de la journée Galerkin non linéaire GNL2002, à Lille 1, journée parrainée par la SMAI
- juin 2003 (avec Th. Goudon et C. Calgaro) organisation d'une journée Mécanique des Fluides à Lille 1
- déc 2006, juin 2007 et décembre 2007 Organisation de la journée MASOH à Lille 1
- Mars 2007 organisation du congrès international IMACS9 à l'USTL, Lille 1 (avec C. Calgaro, K. Jbilou, H. Sadok)
- Mai 2008 Mini-symposium au CANUM 2008
- mai é008 (avec S. Mefire, V. Martin) 8ième journée calcul scientifique à Amiens.

4.5 Langues étrangères

Italien (bilingue) ; Anglais parlé, lu, écrit ; Russe parlé, lu, écrit ; Notions d'espagnol et de portugais

References

Articles publiés ou acceptés

[1] J.-P. Chehab et R. Temam, Incremental Unknowns for Solving Nonlinear Eigenvalue Problems. New Multiresolution Methods. Numerical Methods for PDE's, 11,199-228 (1995).

[2] J.–P. Chehab, A nonlinear adaptive multiresolution method in finite differences with incremental unknowns, M2AN, 29 (1995) 451–475.

[3] J.-P. Chehab, Solution of Generalized Stokes Problems Using Hierarchical Methods and Incremental Unknowns App. Num. Math. 21 (1996) 9-42.

[4] J.–P. Chehab, Incremental Unknowns Method and Compact Schemes, M^2AN, 32, 1, (1998), 51-83.

[5] J.-P. Chehab, Alain Miranville, Incremental Unknowns on Nonuniform Meshes, (M^2AN), 32, 5, (1998) , 539-577.

[6] C. Brezinski, J.-P. Chehab, Nonlinear hybrid procedures and fixed point iterations, Num. Func. Anal. Opt., 19 (1998), 465-487.

[7] C. Brezinski, J.-P. Chehab, Multiparameter iterative schemes for the solution of systems of linear and nonlinear equations SIAM J. Sc. Comp. , vol 20, n 6, (1999), 2140-2159.

[8] J.-P. Chehab et B. Costa, Multiparameter schemes for evolutive PDEs, Numerical Algorithms, 34 (2003), 245-257.

[9] J.-P. Chehab, B. Costa, Multiparameter extensions of iterative processes, Rapports techniques du laboratoire de mathématiques d'Orsay, RT-02-02, 2002.

[10] J.-P. Chehab et B. Costa, Time explicit schemes and spatial finite differences splittings, J. Scient. Computing, Vol 20, No 2, 159-189, (2004)

[11] S. Belmehdi et J.-P. Chehab, Integral representation of the solutions to Heun's biconfluent equation, Abstract Applied Analysis, 4 (2004), 295-306.

[12] Avec A. Cohen, J. Roche, D, Jennequin, JJ Nieto, Ch. Roland, Solution of Vlasov Poisson equations using adaptive multiresolution methods. CEMRACS 2003/IRMA Lectures in Mathematics and Theoretical Physics, 29-42.

[13] J.-P. Chehab, J. Laminie, Differential equations and solution of linear systems, Numerical Algorithms (2005), 40, 103-124.

[14] J.-P. Chehab, M. Raydan, Implicit and adaptive inverse preconditioned gradient methods for nonlinear problems, Applied Numerical Mathematics, Vol. 55, 1, p 32-47, (2005)

[15] J.-P. Chehab, Inverse preconditioners and differential equations, Computational and Applied Mathematics, Vol 26, N1, pp 1-34 (2007).

[16] A. Abounouh, H. Al Moatassime, J.–P. Chehab, S. Dumont, O. Goubet, Discrete Schrödinger Equations and dissipative dynamical systems, Communications on Pure and Applied Analysis, 7, 2, 211-227 (2008).

[17] J.-P. Chehab, M. Raydan, Geometrical properties of the Frobenius condition number for positive definite matrices, Linear Algebra and its Applications, Vol. 429, 8-9, 2089-2097 (2008)

Articles soumis

[18] C. Calgaro, J.-P. Chehab, J. Laminie, E. Zahrouni, numerical schemes for wave equations, Rapport INRIA.

[19] J.-P. Chehab, ODE and matrix functions computations, soumis

[20] J.-P. Chehab, M. Raydan, Preconditioned residual method for fluid flows , rapport INRIA ,soumis

[21] J.-P. Chehab, Alain Miranville, Induced hierarchical preconditioners: the finite differences case, soumis , soumis

Articles en préparation

[22] A. Abounouh, H. Al Moatassime, C. Calgaro, J.–P. Chehab, Discrete Damped KdV Equation, en préparation

[23] J.-P. Chehab, Stabilized Multilevel time marching schemes for parabolic problems, en préparation

[24] C. Calgaro, J.-P. Chehab, Y. Saad

Autres publications

[25] J.-P. Chehab, *Méthode des inconnues incrémentales. Applications aux calcul des bifurcations*, Thèse de l'Université Paris XI, Janvier 1993.

[26] J.-P. Chehab *Sur quelques méthodes multirésolution en différences finies pour la résolution de problèmes elliptiques et paraboliques*, Habilitation à Diriger les Recherches, Université de Lille 1, juin 2004.

[27] J.-P. Chehab, Preconditioning of Quasirational Matrix Approximation of finite differences Operators, Note Ano 406, preprint du Laboratoire ANO, 1999

[28] J.-P. Chehab, Alain Miranville, Induced Incremental unknowns in finite différences, preprint du Laboratoire ANO, juin 1997.