

CV & RAPPORT D'ACTIVITE

DOMINIQUE SANDRI, MC

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I

Curriculum vitae, implications administratives	2
Préambule au rapport d'activité :	
Synthèse des derniers travaux et publications	4
Rapport d'activité d'enseignement	7
Rapport d'activité de recherche	9
Liste des travaux, des publications et des communications	20

CURRICULUM VITAE

Nom : SANDRI Dominique
Date de naissance : 30/01/61
N° de Sécurité sociale : 1-61-01-64-445-170
Adresse : 1, allée Athéna 69100, VILLEURBANNE
Téléphone : 04-78-93-43-58
Adresse professionnelle : UMR 5585, Bâtiment 101,
Université Claude Bernard, (LYON I), 43, Bd du
11 Novembre 1918, 69622 VILLEURBANNE CEDEX
Téléphone (prof.) : 04-72-44-85-16
email : dsandri@maply.univ-lyon1.fr

Formation :

Diplôme	Spécialité	Année	Mentions	Lieu
E.S.E.U. B		82/83		LYON I
DEUG A	Math. Méca.Phys.	83/85	TB-B	LYON I
Licence	Mathématiques	85/86	B	LYON I
Maîtrise	Mathématiques (MASF)	86/87	B	LYON I
D.E.A.	Analyse numérique	87/88	B	LYON I

Thèse :

Décembre 1988/Juillet 1991, préparation d'une thèse intitulée :

«Analyse numérique de fluides non newtoniens : fluides viscoélastiques et fluides quasi-newtoniens»

sous la direction de J. Baranger, à LYON I.

Cette thèse a été soutenue le 04/07/91.

Habilitation à Diriger des Recherches :

L'ensemble de mes travaux a fait l'objet d'une Habilitation à Diriger des Recherches soutenue le 21 Janvier 1999.

Activité professionnelle :

- An. 76/78 : B.E.P.C. puis entrée dans la vie active (hôtellerie, bâtiment).
- An. 79/82 : Stage A.F.P.A. de plâtrerie peinture (5 mois) - Métier de Plâtrier.
- An. 82/83 : Préparation E.S.E.U. B.
- Du 01/12/88 au 30/09/91 : Boursier D.G.R.S.T.

- Du 01/10/89 au 30/09/91 : Allocataire du Monitorat d'Initiation à l'Enseignement Supérieur.

- Du 01/10/91 au 30/10/92 : Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche à l'Université LYON I.

- Depuis le 1/10/92 : Maître de Conférences à l'Université LYON I. Grade au 01/05/2002 : Classe normale, 6^{ème} échelon.

- PEDR : J'ai bénéficié la prime d'encadrement Doctoral et de Recherche pour les périodes du 01/10/94 au 30/09/98 et du 01/10/99 au 30/09/03.

- CRCT : Congé pour Recherches ou Conversion Thématique pour la période du 1/09/2003 au 28/02/2004.

Implications administratives :

- Membre du Conseil d'UFR (Mathématiques) de 1989 à 1991.

- Membre du Conseil Scientifique de l'Université LYON I, de 1989 à 1991. Fin de mandat à la suite d'un changement de collège.

- Membre de la Commission de spécialistes ECL-INSA-LYON I de 1992 à 2001.

Candidatures PR.

J'ai été qualifié en 1999 et 2003 aux fonctions de professeur des Universités.

J'ai été auditionné à Nantes (99, Sect. 25-26), Brest (2000, Sect. 25-26), Mulhouse (2000, Sect. 26, classé 3^{ème}), Strasbourg-I (2000, Sect. 25-26), Toulouse (2000, Sect. 26), Chambéry (2000, Sect. 25-26), Aix-Marseille-I (EPUM, Sect. 60-62, j'ai annulé l'audition pour cause d'incompatibilité de dates), Le Havre (2002, Sect. 26, classé 4^{ème}), Metz (Sect. 26, 2002), Nancy-I (ESSTIN, Sect. 26, 2002), Rennes-I (2002, Sect. 26), UBS, Vannes (2002, Sect. 25-26, classé 5^{ème}), Université du Littoral, Calais (2004, Sect. 26).

Préambule au rapport d'activité :
Synthèse des derniers travaux et publications
Dominique Sandri

Afin de mieux situer mes thèmes actuels d'enseignement et de recherche j'ai ajouté dans ce préambule à mon rapport d'activité un résumé de mes travaux et publications les plus récents.

Mes travaux portent sur la proposition et l'analyse numérique de méthodes numériques pour la résolution approchée de problèmes d'écoulements de fluides non-newtonniens ainsi que leur mise en œuvre informatique.

La publication [1] porte sur l'obtention d'une nouvelle méthode d'éléments finis (EF) pour l'approximation des écoulements de fluides polymères. Elle permet de prendre en compte le cas d'écoulements de polymères sans solvants, cas important pour les applications : on obtient des résultats d'existence et de convergence pour le modèle de Maxwell linéarisé. C'est à ma connaissance le premier résultat de ce type. Une variante non triviale de cette méthode, avec paramètres dépendants du maillage, a fait l'objet d'une note au CRAS dans [2].

La publication [3] porte sur la mise en œuvre de la méthode d'éléments finis précédemment citée, avec en particulier la proposition de nouveaux benchmarks qui soulèvent diverses questions pour l'approximation EF. Cette publication se base sur un code que j'ai écrit en Matlab (*cf.* [9]). L'implémentation de ce code, sa mise au point ainsi que les tests s'étalent sur une période de trois ans. Un manuel utilisateur pour ce code est en cours d'élaboration (*cf.* [10]).

La publication [8] met numériquement en évidence, avec la méthode de [1], l'apparition d'un quasi-glissement à la paroi avale d'un écoulement à travers une contraction 4 en 1 (alors qu'une condition de non-glissement est imposée à cette paroi). L'écoulement considéré est de type Maxwell, le phénomène de quasi-glissement apparaissant alors pour un nombre de Weissenberg (nombre caractérisant l'élasticité du fluide) suffisamment grand. Ces résultats confirment numériquement l'intérêt que peut présenter la méthode de [1] lorsque l'on passe au problème de Maxwell complet (non linéarisé) et laissent entrevoir de nouvelles perspectives en ce qui concerne la question du glissement à la paroi pour les écoulements de polymères. Ce résultat a aussi fait l'objet d'une communication au 38^{ème} Colloque Annuel du Groupement Français de Rhéologie, Brest 2003 (*cf.* [6]).

La publication [4] est une collaboration qui porte sur l'obtention d'estimations a posteriori sur le modèle d'Oldroyd linéarisé (polymères avec solvant). Ces estimations permettent en particulier de construire des méthodes numériques avec calcul automatique du maillage. J'ai implémenté les estimateurs obtenus dans [4] dans le code précédemment cité, les résultats numériques obtenus donnent des indications intéressantes et nouvelles sur le choix du raffinement du maillage (étude d'un écoulement dans une contraction 4 en 1). Dans [7], pour le problème

d'Oldroyd (dans son entier), nous présentons un algorithme de résolution avec raffinement automatique de maillage basé sur les estimateurs ci-dessus ainsi que des résultats numériques obtenus dans le cadre de la contraction 4 en 1.

Les publications ci-dessus concernent des écoulements stationnaires. Cependant, outre l'intérêt intrinsèque d'une description temporelle, il est aussi particulièrement important de prendre en compte les équations d'évolution et ce, au regard des propriétés de mémoire que peuvent présenter les fluides polymères.

La publication [5] est une collaboration avec l'université de Kénitra, elle porte sur des techniques d'amélioration de la stabilité et de l'ordre de convergence de schémas évolutifs pour le traitement des problèmes de type Oldroyd instationnaire.

Pour l'enseignement, le polycopié [11] est un fascicule d'enseignement du langage Matlab qui est un langage bien adapté à la programmation en Calcul scientifique (Licence de Mathématiques). Ce polycopié est aussi accompagné d'un fascicule de TP en Matlab portant sur divers thèmes d'analyse numérique (*cf.* [12]).

Mes préoccupations portent donc à la fois sur l'analyse numérique et le calcul scientifique. J'ai aussi travaillé au sein du GDR CNRS 901 de rhéologie (1987-95), ce qui m'a permis de garder en vue l'aspect concret de la mise en forme des matériaux. Je souhaite continuer à développer des simulations numériques tout en collaborant avec des mécaniciens des fluides, l'accent étant mis sur les lois de comportement, les types d'écoulements, l'interprétation physique des résultats numériques obtenus.

La problématique évoquée ci-dessus se place dans le cadre d'un projet plus général sur les écoulements de fluides non-newtoniens. Ce cadre laisse entrevoir des questions théoriques diverses avec une forte demande de développement en analyse numérique et calcul scientifique.

Ce projet de recherche pourra être conduit avec des encadrements doctoraux et d'éventuelles cotutelles de Thèses au Maroc que m'a proposées K. Najib, Professeur à l'Ecole Nationale de Chimie Minérale, Rabat ou bien avec une collaboration avec D. Esselloui PR à Kénitra. Le développement de codes soulève l'éventualité d'un support financier industriel.

Articles acceptés ou publiés dans une revue

[1] SANDRI, D. : On a FEM method for a linearized version of the Oldroyd Problem, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, **191**, 5045-5065 (2002)

[2] SANDRI, D. : Sur une méthode d'éléments finis pour les écoulements de polymères, *Comptes Rendus Mathématique*, **336**, n° 8 (2003), pp. 687-690. Note accompagnée d'un texte de 8 pages.

[3] SANDRI, D. : Numerical study of a new finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow problem. *Journal of Non Newtonian Fluids Mechanics*, **118**, 103-120 (2004)

[4] NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : On a posteriori estimates for a linearized Oldroyd's problem. Journal of Computational and Applied Mathematics, **167**, 345-361 (2004)

[5] Bensaada, M., ESSELAOUI D., SANDRI, D. : Stabilization method for continuous approximation of transient convection problem. Numerical Methods for Partial Differential Equations **21**, 1, 170-189 (2005)

Conférences avec comité de lecture et publiées dans un Compte-Rendu. Proceedings.

[6] SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell's Model for the viscoelastic fluid flows. Proc. du 38^{ème} Colloque Annuel du Groupe Français de Rhéologie. Brest, 15-17 Octobre 2003.

[7] NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : Adaptive Finite Element Method for Viscoelastic Fluid Flow Problems, Proc. Congrès Ecomas 2004, Jyväskylä, Finlande, 24-28 Juillet 2004.

Articles soumis

[8] SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell Model for the viscoelastic fluid flows. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n° 372 (2003), 19p. Resoumis après révision à Journal European Journal of Mechanics-B/Fluids.

Codes de calcul

[9] SANDRI, D. : Code de calcul pour la résolution de problèmes de fluides viscoélastiques avec raffinement automatique de maillage.

Ce code dès lors opérationnel continue à être développé. Il permet de prendre en compte le modèle de Maxwell. Des résultats numériques sont décrits notamment dans SANDRI (JNNFM 2004, Pub. de l'équipe d'An. Num. de Lyon-S^t Etienne (2003)), NAJIB, SANDRI & ZINE (JCAM 2004, ECCOMAS 2004) (*cf.* ci-dessus).

[10] SANDRI, D. : Manuel utilisateur (Préversion).

Publications d'enseignement

[11] SANDRI, D. : Introduction à MATLAB, pour l'Unité de Valeur Modélisation Mathématique Appliquée à l'Ordinateur (M2AO) de la Licence de Mathématiques, Université Claude Bernard-LYON I, 83p, 3^{ème} Ed. (2005)

[12] SANDRI, D. : Thèmes de travaux pratiques d'Analyse Numérique, pour l'Unité de Valeur Modélisation Mathématique Appliquée à l'Ordinateur (M2AO) de la Licence de Mathématiques, Université Claude Bernard-LYON I, 67p, 2^{ème} Ed. (2002)

Rapport d'activité d'Enseignement du 1/10/88 au 28/02/2005

Dominique Sandri

UFR de rattachement : UFR de Mathématiques, Université LYON 1.

Années : 88/89 : 96 h d'enseignement en vacation.

Années : 89/90 et 90/91 : 64 h/an dans le cadre du Monitorat.

Années : 91/92 : 96 h sur un demi-poste d'A.T.E.R.

Depuis le 1/10/92, Enseignement statutaire de Maître de Conférences, 192 h/an.

Matières enseignées :

- T.D. de Probabilités et Statistiques en D.E.U.G 1^{ère} année.
- T.D. de Mathématiques en D.E.U.G 2^{ème} année dans les filières 1 (Mathématiques) et 3 (Physique).
- T.D. de Mathématiques de la 1^{ère} année d'I.S.T.I.L. (Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur de Lyon)
- T.D. de l'U.V. de Calcul Scientifique et de l'U.V. Calcul Différentiel de la Licence de Mathématiques.
- T.D. de l'U.V. d'ANEDP (Analyse Numérique des Equations aux dérivées Partielles) commune à la Maîtrise MASF (Mathématiques Appliquées aux Sciences Fondamentales) à la 3^{ème} année d'I.S.T.I.L.
- Responsable de l'U.V. de Techniques Numériques de la 1^{ère} année de la M.I.A.G. (Maîtrise d'informatique appliquée à la gestion (Cours, An. 94).
- Cours et T.D. de l'U.V. de "Problèmes d'évolution" de la 2^{ème} année d'I.S.T.I.L.

Dont actuellement

- Responsable depuis 92 de l'UV Stage d'Informatique de la Licence de Mathématiques. Cours de programmation : Pascal puis Matlab, T.P. d'informatique.
- Responsable depuis 92 de l'U.E. Mathématiques et applications du Master Ingénierie Mathématiques (Anciennement U.V. Techniques Numérique du D.E.S.S. d'Ingénierie Mathématique). Cours/TD/TP/Projets à réaliser.
- Responsable depuis 2005 de l'U.V. de M2AO (Modélisation Mathématique Appliquée à l'Ordinateur) de la Licence de Mathématiques. Depuis 99 : Cours, TD, TP et Projets à réaliser.

Cette U.V. et son contenu ont été créés en 99 en collaboration, avec Roland Tapiéro, MC à l'Université LYON I. Cette U.V. porte sur diverses méthodes de

l'Analyse Numérique ainsi que sur leur implémentation sur ordinateur, en utilisant principalement le logiciel Matlab. J'ai écrit, pour cette U.V., un fascicule de cours portant sur l'enseignement de Matlab et un fascicule de cours portant sur des thèmes de TP d'analyse numérique (*cf.* liste des publications).

- Responsable pour la période 1999-2003 du module Math. 2 du D.E.U.G. S.M. (Sciences de la Matière) dans le cadre du D.E.U.G. U.C. (par Unités Capitalisables). Il s'agit d'une formation en cours du soir qui s'adresse essentiellement à des personnes en formation continue.

Rapport d'activité en Recherche du 1/11/88 au 28/02/2005

Dominique Sandri

Laboratoire de rattachement : UMR 5208, Université LYON 1. *Directeur :* Thierry Fack.

1. Présentation de l'activité

Depuis 1989, j'ai travaillé comme Doctorant boursier du MRT, ATER puis MC au sein de l'activité «fluides non newtoniens» de l'URA 740 devenue plus tard UMR. A cette activité initiée et dirigée par J. Baranger (PR) ont aussi participé T. Dumont (IR), puis à partir de 1992, A. Zine (MC à l'Ecole Centrale de Lyon), A. Bahhar (*) (Doctorant à partir du 1/10/91), A. Machmoum (Doctorant à partir du 1/10/92) qui a soutenu sa thèse le 16/01/96.

Cette équipe a consacré une part importante de son activité de recherche au groupement de recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus» (GDR CNRS 901, 1987-1995, Dirigé par J.M. PIAU, IMG Grenoble et J.F Agassant, ENSMP Sophia Antipolis), avec des publications et des communications au sein de ce GDR (*cf.* [4], [10], [11]).

Cette équipe a travaillé sur les fluides non-Newtoniens en collaboration avec notamment : K. Najib (PR à l'ENI de Rabat, Maroc) comme visiteur postdoctorant (3 mois en 93 avec un soutien financier du MPB), Maître de Conférences associé à l'Université de LYON I (6 mois pour l'année 95/96) et Professeur associé (2 mois en 98), S. Wardi (MC Université de Fès, Maroc) en tant que visiteur postdoctorant (Juin 92 et Juin 95 dans le cadre d'un accord CNR-CNRS) et M. Ben Saada comme visiteur doctorant de l'Université de Kénitra, Maroc (1 mois en 95 et 1 mois en 98 dans le cadre, aussi, d'un accord CNR-CNRS).

Outre les résultats théoriques, cette recherche a conduit à la création d'un code performant pour la résolution par éléments finis de problèmes d'écoulements de fluides viscoélastiques (*cf.* [15]). Nous avons aussi à notre disposition un autre code développé par A. Zine au cours de son PhD qui précédait sa venue dans l'équipe (*cf.* [18]). Au vu des méthodes numériques et des maillages utilisés, ce code s'avère bien complémentaire du précédent.

Cette recherche m'a permis de soutenir une thèse de Doctorat le 4 Juillet 1991 et une Habilitation à Diriger des Recherches, le 21 Janvier 1999 (HDR).

Actuellement je continue à travailler sur les fluides non newtoniens en collaboration avec K. Najib et A. Zine tout en gardant des contacts scientifiques avec J. Baranger, professeur en retraite depuis l'année 2000.

Depuis 2002, je mets particulièrement l'accent sur le calcul numérique avec l'implémentation d'un code en Matlab pour les fluides viscoélastiques (*cf.* 3.8).

(*) A. Bahhar est décédé accidentellement au cours du mois de Juillet 1992

2. Thèmes de recherche

Ils concernent d'une part l'analyse numérique des méthodes utilisées pour la simulation numérique des écoulements newtoniens et non newtoniens : fluides quasi-newtoniens (fluides dont la viscosité dépend du second invariant du tenseur des vitesses de déformation) et fluides viscoélastiques (fluides dits "à mémoire", caractérisée en particulier par un temps de relaxation et destinés tout particulièrement à la modélisation des polymères) pour une meilleure compréhension des difficultés rencontrées lors des simulations. D'autre part, nous nous intéressons aussi à la recherche et à la mise en œuvre de nouvelles méthodes numériques adaptées à ces types d'écoulement.

3. Résultats

3.1. Modèles viscoélastiques stationnaires à viscosité newtonienne non nulle et à coefficients constants

3.1.1. Introduction

Les travaux portent sur la proposition et l'analyse numérique de méthodes numériques pour la résolution approchée de problèmes de fluides viscoélastiques, le modèle type étant le modèle d'Oldroyd.

Le modèle d'Oldroyd est un modèle couplant des lois de conservations à une loi de comportement du fluide. La loi de comportement d'Oldroyd permet de prendre en compte l'effet de mémoire du fluide, effet caractérisé par un temps de relaxation noté ici λ , ainsi que l'objectivité de la loi de comportement. La loi de comportement, non linéaire, reliant la vitesse du fluide et le tenseur des extra-contraintes, est caractérisée par des équations de type hyperbolique suivies par le tenseur des extra-contraintes.

Pour $\lambda = 0$, on retrouve le problème de Stokes qui, si l'on conserve l'inconnue tenseur des extra-contrainte, se formule avec trois champs (ou inconnues) : le tenseur des extra-contraintes, la vitesse et la pression. Nous avons étudié les conditions de compatibilité reliant les espaces d'approximation pour ce genre de formulation, en particulier pour le modèle de Maxwell (qui est le modèle d'Oldroyd avec fraction newtonienne de la viscosité nulle) et proposé des espaces d'éléments finis qui satisfassent ces conditions de compatibilité ([9] [27]).

Ensuite, nous avons montré que si le problème d'Oldroyd continu admet une solution suffisamment régulière et petite, il en est de même pour le problème approché, et ce pour diverses méthodes d'éléments finis. D'autre part, nous obtenons des estimations d'erreur qui montrent, avec un certain ordre de convergence, la convergence de la méthode.

Ces résultats sont les premiers concernant l'analyse numérique des modèles viscoélastiques. On notera qu'il ne s'appliquent pas à la contraction 4 en 1, par manque de régularité de la solution.

Ces résultats (*cf.* [5]), d'abord obtenus pour des maillages triangulaires et des éléments finis (EF) P_2 vitesse, P_1 pression et P_1 pour les contraintes (P_1 continu ou discontinu), ont été étendus ensuite à des EF plus généraux (*cf.* [6], [7]). Un résultat d'unicité a été obtenu dans [28] dans le cas d'une approximation continue des contraintes. Ils ont été également étendus à des modèles plus réalistes comme le modèle de Phan-Thien-Tanner linéarisé ou de Giesekus à plusieurs temps de relaxation (*cf.* [8]).

3.1.2. Travaux plus récents, après la thèse.

Les travaux les plus récents ont porté, d'une part, sur l'extension des résultats précédents à des éléments finis quadrangulaires, souvent utilisés dans la pratique, au prix de quelques difficultés techniques supplémentaires [1], d'autre part, dans le cas de l'approximation par des contraintes discontinues, sur l'obtention de l'unicité de la solution approchée, et sur la construction d'une application de point fixe qui découple le calcul de la vitesse et du tenseur des extra-contraintes. Cette application est contractante et peut être mise en œuvre numériquement ([20], [21], [24]).

En particulier, le résultat d'unicité et de contraction ci-dessus s'obtient en utilisant les résultats de [12], qui portent sur des propriétés de la méthode de Galerkin discontinue pour l'approximation de l'équation de transport.

3.2. Modèles à coefficients variables

Il s'agit ici de modèles de type White-Metzner, dont la viscosité et le temps de relaxation λ caractérisant l'élasticité, dépendent en général du deuxième invariant du tenseur des vitesses de déformation.

Nous avons étudié le problème obtenu pour le cas particulier $\lambda = 0$, problème qui apparaît alors comme un problème de Stokes non linéaire à trois champs (tenseur des extra-contraintes, vitesse, pression) et pu, via l'inversion d'un opérateur non linéaire lié à la loi de comportement, faire l'analyse numérique de diverses formulations obtenues avec des lois de comportement de type loi puissance et loi de Carreau (*cf.* [3], [20]).

Il est à noter que, dans le cas de modèles quasi-Newtoniens, ces formulations à trois champs généralisent les formulations à deux champs. En particulier, pour certains types d'EF, l'ajout, comme ci-dessus, d'un champ supplémentaire à la méthode à deux champs conduit à une amélioration de la convergence (*cf.* [19]).

Toutefois les formulations précédentes passent par l'inversion de l'opérateur ci-dessus. Cette inversion, si elle peut s'avérer judicieuse dans le cas $\lambda = 0$, peut devenir un inconvénient lors du retour au problème de White-Metzner à λ non nul. Sans cette inversion le problème de White-Metzner à $\lambda = 0$ soulève des difficultés *a priori* importantes portant sur la compatibilité des espaces d'éléments finis mixtes, notamment lorsque la fraction newtonienne de la viscosité est nulle.

Cependant ces difficultés peuvent être contournées par l'introduction d'une formulation à 4 champs (tenseur des vitesses de déformation, tenseur des extra-contraintes, vitesse, pression) du problème de White-Metzner à $\lambda = 0$, qui semble être bien adaptée pour revenir à White-Metzner avec λ non nul (*cf.* [32]).

Dans le cadre des estimateurs d'erreur a posteriori, utilisés notamment pour le raffinement automatique de maillage, une étude de ce type de formulation à trois champs est réalisé dans [29] (pour le cas $\lambda = 0$).

Les travaux ci-dessus ([3], [20], [29], [32]) font suite aux travaux dans [26] et aussi première partie de [29], réalisés dans le cadre de formulations en vitesse-pression (2 champs) des modèles de fluides de type loi puissance ou loi de Carreau. Les travaux [26] et [29] s'inspirent eux-mêmes des travaux de [2] à propos des estimations à priori et de [16] dans le cadre des estimateurs a posteriori.

Une synthèse et des compléments sur le thème des formulations à deux et trois champs sont réalisés dans [31]. Cette synthèse expose en particulier les diverses techniques de démonstration utilisées dans la bibliographie pour analyser ce genre de fluides.

3.3. Problèmes d'évolution

Jusqu'à présent nous avons considéré des écoulements stationnaires. Cependant, outre l'intérêt intrinsèque d'une description temporelle, il est aussi particulièrement important de prendre en compte les équations d'évolution au regard des propriétés de mémoire que peuvent présenter les fluides polymères.

Un résultat de convergence obtenu par J. Baranger et S. Wardi pour le problème d'Oldroyd instationnaire, avec traitement du terme de transport par la méthode de Lesaint-Raviart constitue un premier pas dans ce domaine (*cf.* [13]).

Une étude du problème d'Oldroyd instationnaire, avec approximation des contraintes par des EF continus a été abordée par M. Ben Saada dans sa thèse. Pour des raisons de stabilité du schéma, M. Ben Saada propose une méthode intéressante de type SUPG modifiée (pour l'approximation de l'équation de transport). L'étude de cette méthode a fait l'objet d'un article commun (*cf.* [14]).

3.4. Recherche de problèmes tests

Dans le cas du modèle d'Oldroyd, lorsque l'on sort du cadre de données petites et régulières, le problème de l'existence et de la régularité de la solution du problème continu reste ouvert, ainsi que la convergence des méthodes numériques. Ces points sont délicats et soulèvent ainsi de nombreux problèmes, notamment celui de la validité des programmes de résolution et des solutions trouvées.

Nous nous intéressons à la recherche de problèmes tests, dont on connaît une solution analytique, ceci pouvant permettre d'une part de fournir des contre-exemples pour le problème continu avec données non régulières, d'autre part de comprendre les problèmes de convergence que rencontrent souvent les codes et de tester en partie leur fiabilité.

Ainsi, nous avons pu exhiber un contre-exemple d'écoulement avec coin où la solution et les données sont régulières, sauf une composante du tenseur des extra-contraintes qui n'est pas L^1 pour λ suffisamment grand (*cf.* [30]). Ceci fournit un contre-exemple, dont la mise en œuvre numérique a donné des indications intéressantes.

3.5. Etude de la méthode des caractéristiques

Cette méthode a été étudiée sur les modèles différentiels en particulier par A. Machmoum dans sa thèse. Cette étape nous semble obligatoire, si l'on veut analyser les modèles intégraux, qui fournissent une riche classe de modèles de fluides polymères.

3.6. Etudes d'estimateurs a posteriori

Ce genre d'estimateur est utilisé en pratique pour l'élaboration de codes de calculs qui peuvent adapter automatiquement le maillage en fonction de certaines caractéristiques de la solution.

Des résultats portant sur l'étude d'estimateurs a posteriori dans le cadre des fluides viscoélastiques sont obtenus dans [23]. Ces résultats portent sur une version linéarisée du problème d'Oldroyd.

Dans [24], pour le problème d'Oldroyd (dans son entier), nous présentons un algorithme de résolution avec raffinement automatique de maillage basé sur ces estimateurs ainsi que des résultats numériques obtenus dans le cadre d'un écoulement dans une contraction 4 en 1.

3.7. Modèle de Maxwell.

Le modèle de Maxwell, qui est le problème d'Oldroyd dans lequel la partie newtonienne de la viscosité est supposée nulle, soulève des difficultés numériques importantes. La considération de ce modèle est importante pour les applications, car il modélise, par exemple, l'écoulement de polymères fondus sans solvants.

Dans le cas d'une version linéarisée du modèle de Maxwell, nous avons pu construire dans [33] une formulation EF convergente. Il semble que ce soit le premier résultat de ce type dans la littérature. Une version de cette méthode avec décentrage dépendant du maillage est proposée dans [34].

Nous étudions actuellement l'application de cette formulation au problème non linéaire entier ainsi qu'aux estimateurs a posteriori présentés au paragraphe précédent, l'idée étant d'obtenir des résultats soit sur le modèle de Maxwell, soit sur le modèle d'Oldroyd mais alors avec des constantes indépendantes de la viscosité newtonienne dans les estimations (en général ces constantes tendent vers l'infini quand la viscosité newtonienne tend vers 0).

3.8. Implémentation de codes.

J'ai réalisé l'implémentation de la méthode présentée dans [33]. Cette méthode permet de traiter effectivement le problème de Maxwell non linéaire avec des résultats satisfaisants. Le programme est réalisé avec le logiciel Matlab. Des résultats numériques sont décrits dans [36].

Ce code a pu mettre en évidence l'apparition d'un quasi-glissement à la paroi dans le cas d'un écoulement de polymère (*cf.* [35], [37]). Ceci laisse entrevoir des perspectives intéressantes sur la question du glissement à la paroi pour ce genre de fluides.

J'ai implémenté les estimateurs *a posteriori* développés dans [23]. Les résultats obtenus sont prometteurs quand aux indications qu'ils donnent dans la stratégie de raffinement de maillage à adopter (*cf.* [23], [24]).

4. Perspectives

Enumérons les perspectives avec les points suivants.

4.1. Poursuite de l'étude de schémas pour le problème d'évolution, en particulier le traitement des contraintes continues.

4.2. Si le problème d'Oldroyd reste un problème ouvert dans les géométries irrégulières (coins) il est montré dans [25] que le problème d'Oldroyd est, dans certains cas, bien posé si la frontière du domaine est suffisamment régulière. Ainsi il nous apparaît très important de développer pour ce problème l'étude de méthodes d'EF adaptés aux frontières courbes.

4.3. Etude d'algorithmes découplés, poursuite de l'étude de schémas découplés pour lesquels aucun résultat théorique n'est connu : par exemple méthodes de type pas fractionnaires.

4.4. Pour les problèmes de fluides viscoélastiques, une approche passant par les repères matériels liés au fluide, est abordée et semble intéressante (diagonalisation du système vérifié par les contraintes), mais soulève de nombreuses difficultés. Le procédé de diagonalisation est décrit en particulier dans mon document d'HDR.

4.5. Nous désirons développer l'étude de problèmes tests, dont on connaît une solution analytique, ou dont le problème EDP (Equation aux dérivées Partielles) se ramène à un problème EDO (Equation Différentielle Ordinaire) et faire des tests numériques.

4.6. Etudes d'estimateurs *a posteriori* dans le cas des fluides viscoélastiques : extension des résultats déjà obtenus, au cas non linéaire.

4.7. Poursuite de l'étude de MEF (Méthode des éléments finis) en vue du modèle de Maxwell. En particulier, étude des MEF de type EVSS (*cf.* [17]), de plus en plus utilisées dans les simulations micro-macro (point 4.8). On note que ces méthodes EVSS sont reliées à la méthode construite dans [33]. Développement, pour le problème de Maxwell, de l'étude de méthodes d'éléments finis pour le transport :

EF discontinus, mais aussi introduction de fonctions bulles pour stabiliser les schémas.

4.8. L'un des aspects que nous aimerions plus particulièrement développer est la prise en compte d'autres types de modélisations : d'une part la modélisation numérique d'écoulements de polymères à l'échelle mésoscopique qui conduit, par exemple, à l'analyse numérique des méthodes de simulation «micro-macro» où les lois de conservations sont résolues par des techniques d'éléments finis (comme la méthode EVSS modifiée de M. Fortin [17]), tandis qu'un modèle cinétique permet d'évaluer la contribution du fluide au tenseur des contraintes ; d'autre part, d'autres types de lois de comportement comme les fluides thixotropiques, comme le sont certains bitumes, des solutions de nombreux polymères, etc..

4.9. Développement de logiciels numériques

Continuer à développer des codes numériques, de manière à étayer les résultats théoriques (estimations a priori, a posteriori, solutions non régulières *etc.*) et pour servir de fil conducteur à l'étude de questions théoriques qui restent difficiles.

L'utilisation d'un logiciel comme Matlab, de part sa fonctionnalité, semble bien adapté à ce genre de codes.

Ce logiciel, permet de simplifier de nombreuses parties de codes classiques écrits en langage C ou Fortran. Il comporte aussi un grand nombre de bibliothèques qui permettent le traitement d'équations aux dérivées partielles. Au cours de mon étude de ce logiciel Matlab, j'ai écrit un fascicule d'enseignement de Matlab pour la Licence de Mathématiques.

Un projet de code consiste à intégrer et développer autour de Matlab les codes, et notamment les solveurs, développés par T. Dumont et A. Zine pour les écoulements viscoélastiques et quasi-Newtoniens. Le développement pourra être axé, en particulier, sur le couplage de ces deux types d'écoulements (fluides de White-Metzner), qui modélisent les écoulements viscoélastiques de manière plus réalistes.

Deux thèmes nous semblent intéressants à développer :

- Le transport convectif de type covariant ou contravariant de tenseurs ou le transport en utilisant la dérivée pondérée de Jaumann, ces notions se rapportant en particulier au point 4.4. Si ce problème de transport est important en viscoélasticité non linéaire, il a aussi un intérêt intrinsèque : c'est une notion fondamentale en mécanique des fluides.

Une difficulté de ce problème de transport est, lorsque la vitesse du fluide n'est plus suffisamment régulière, et c'est en pratique le cas, le manque d'estimation a priori sur les équations du problème. Il est à remarquer que la dérivée centrée de Jaumann offre des estimations a priori intéressantes. Ce point est à développer numériquement.

- L'étude des estimateurs locaux dans le cas des fluides quasi-Newtoniens, ou viscoélastiques en particulier leur précision.

Ces calculs, lourds à mener, pourront éventuellement être réalisés avec le concours de l'industrie. Ils demandent un investissement important.

4.10. Conclusion.

Ma recherche s'oriente actuellement suivant deux axes, le premier étant la conception de codes élaborés pour les écoulements de fluides et le second, plus théorique, s'oriente plus particulièrement, vers les points 4.1 (évolution), 4.2 (EF frontières), 4.6-4.7 autour des estimateurs a posteriori, de Maxwell, des méthodes EVSS et du transport, et du point 4.8 dans lequel je m'investis actuellement (participation à l'école CEA-EDF-INRIA, 13-16 novembre 2000, Rocquencourt) pour la modélisation à l'échelle mésoscopique. Je suis aussi actuellement à la recherche d'autres sujets concernant la rhéologie, comme la thixotropie ou les polymères chargés (Participation au 36^{ème} congrès du groupement Français de Rhéologie, 10-12 Octobre 2001, Marne la Vallée).

5. Encadrements

J'ai participé à l'encadrement de la thèse de A. Bahhar (Dir. J. Baranger). Cet encadrement a donné lieu à un article [1].

J'ai aussi encadré partiellement la thèse de A. Machmoum (Dir. J. Baranger).

J'ai collaboré avec K. Najib, cette collaboration a été concrétisée par trois articles et a contribué à une thèse d'état [20].

Ma collaboration avec A. Zine (Ph.D) a conduit à un article et 2 Proceedings qui participent à l'élaboration de son projet d'HDR.

Un travail commun avec Ben Saada est issu de sa thèse (*cf.* [14]).

Un projet de cotutelles de thèses avec K. Najib, ainsi qu'un projet de collaboration dans le cadre d'une coopération U. Lyon-U. Rabat avec financement par la région sont actuellement à l'étude.

6. Rapports

Rapporteur de la Thèse de Nicolas Roquet, portant sur l'analyse numérique d'écoulements de fluides à seuils, Université Joseph Fourier, Grenoble I (Dir. par B. Paumier et P. Saramito).

Examens d'articles pour diverses revues (JCAM, M2AN, CMAME, Non Linear Analysis-T.M.A, SINUM, ...)

Bibliographie

[1] BAHHAR, A. BARANGER, J, SANDRI, D. : Quadrangular Galerkin discontinuous approximation of the transport equation and viscoelastic fluid flow on quadrilaterals. Numerical Method for Partial Differential Equations, **14**, 97-114 (1998)

- [2] BARANGER, J., NAJIB, K. : Analyse numérique des écoulements quasi-newtoniens dont la viscosité obéit à la loi puissance ou la loi de Carreau. *Numer. Math.* **58**, 35-49 (1990)
- [3] BARANGER, J., NAJIB K., SANDRI, D. : Numerical Analysis of a three fields model for a quasi-newtonian flow. *Comp. Methods Appl. Mech. Engrg.*, **109**, 281-292 (1993)
- [4] BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis pour des modèles différentiels. GDR 901 (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque de Villars de Lans - 10, 11 octobre 1991.
- [5] BARANGER, J., SANDRI, D. : Approximation par éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Existence de solutions approchées et majoration d'erreur. I - Contraintes discontinues., *Numer. Math.*, **63**, 13-27 (1992)
- [6] BARANGER, J., SANDRI, D. : High order finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow. *Comptes rendus du 10^{ème} Colloque international sur les méthodes de Calcul Scientifique et Technique, 11-14 Février 1992 INRIA, Paris, France, Glowinski, R. (ed.), p. 185-194.*
- [7] BARANGER, J., SANDRI, D. : Numerical analysis of some finite element method for the approximation of differential model for viscoelastic flow. *Proc. XIth International Congress on Rheology, Brussels, 17-21 August 1992, Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, Netherlands, 5p.*
- [8] BARANGER, J., SANDRI, D. : Finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow with a differential constitutive law. *Proc. Ist european computational fluid dynamic conference, Brussels, 7 - 11 September 1992, Hirsch Ch. (ed.), Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, Netherlands, 3p.*
- [9] BARANGER, J., SANDRI, D. : Formulation of Stokes's problem and the linear elasticity equations suggested by Oldroyd model for viscoelastic flows. *RAIRO Modél. Math. Anal. Numér.*, **26**, 331-345 (1992)
- [10] BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis les modèles différentiels de fluides viscoélastiques. GDR 901 (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque Bilan du GDR 901 Biarritz - 29 et 30 Octobre 1992.
- [11] BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis pour les modèles différentiels de fluides viscoélastiques (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque Bilan du GDR 901 Le Mans - 11 au 13 Octobre 1993.
- [12] BARANGER, J., SANDRI, D. : Quelques propriétés de la méthode de Galerkin discontinue. Application aux fluides viscoélastiques. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. I.*, **322**, 785-788 (1996)
- [13] BARANGER, J., WARDI, S. : Numerical analysis of FEM method for a transient viscoelastic flow. *Comp. Methods Appl. Mech. Engrg.*, **125**, 171-185 (1995)

- [14] BENSAADA, M., ESSELAOUI, D., SANDRI, D. : Stabilization method for continuous approximation of transient convection problem. *Numerical Methods for Partial Differential Equations* **21**, 1, 170-189 (2005)
- [15] DUMONT T. : Une méthode quasi-Newton pour le calcul d'écoulements viscoélastiques. Application à des lois différentielles. *Elasticité, Viscoélasticité, Contrôle Optimal. Huitièmes entretiens du Centre Jacques Cartier* (1996)
- [16] El AMRI, H. : Thèse d'Etat, Université de LYON 1, France, 1990.
- [17] FORTIN, M., GUÉNETTE, R, PIERRE, R. : Numerical analysis of the modified EVSS method, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg*, **143** (1997), pp. 79-95.
- [18] FORTIN, A., ZINE, A., AGASSANT, J.F. : *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, **45**, 209, (1992)
- [19] MANOUZI, H., FAHROUL, M. : Mixed finite Element analysis of a non-linear three-fields Stokes Model, *IMA Journal Numerical Analysis*, à paraître
- [20] NAJIB, K. : Thèse d'Etat, Université d'El Jedida, Maroc, 1994.
- [21] NAJIB K., SANDRI, D. : On a decoupled algorithm for solving a finite element problem for the approximation of viscoelastic fluid flow. *Numer. Math.*, **72**, 223-238 (1995)
- [22] NAJIB, K., SANDRI D. : High order finite element and decoupled algorithm for the approximation of viscoelastic fluid flow. Madaune-Tort, Monique (ed.) et al., *Proceedings of the 5th Zaragoza-Pau conference on applied mathematics and statistics*, Jaca, Spain, September 15-16, 1997. Zaragoza : Universidad de Zaragoza. Publ. Semin. Mat. Garcia de Galdeano, Serie II. 20, 485-492 (1999). [ISBN 84-89513-94-5]
- [23] NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE, A. : On a posteriori estimates for a linearized Oldroyd's problem. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, **167**, 345-361 (2004)
- [24] NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : Adaptive Finite Element Method for Viscoelastic Fluid Flow Problems, *Proc. Congrès Eccomas 2004*, Jyvaskyla, Finlande, 24-28 Juillet 2004.
- [25] Renardy, M. : Existence of slow steady flows of viscoelastic fluids with differential constitutive equations. *Z.A.M.M.* **65**, 449-451 (1985)
- [26] SANDRI, D. : Sur l'approximation numérique des écoulements quasi-newtoniens dont la viscosité suit la loi puissance ou le modèle de Carreau. *RAIRO Modél. Math. Anal. Numér.*, **27**, n° 2, 131-155 (1993)
- [27] SANDRI, D. : Analyse d'une formulation à trois champs du problème de Stokes. *RAIRO Modél. Math. Anal. Numér.*, **27**, n° 7, 817-841 (1993)
- [28] SANDRI, D. : Finite element approximation of viscoelastic fluid flow : Existence of approximate solutions and error bounds. *Continuous approximation of the constraints. SIAM, Journal of Numerical Analysis*, **31**, 2, 362-377 (1994)

- [29] SANDRI, D. : A posteriori estimators for mixed finite element approximations of a fluid obeying the power law. *Comp. Methods Appl. Mech. Engrg.*, **166**, n° 3-4, 329-340 (1998)
- [30] SANDRI, D. : Non integrable extra stress tensor solution for a flow in a bounded domain of an Oldroyd fluid. *Acta Mechanica*, **135**, n° 1-2, 95-100 (1999)
- [31] SANDRI, D. : Revue bibliographique et compléments sur les techniques d'obtention d'estimations a priori et a posteriori pour l'approximation numérique de modèles d'écoulements quasi-newtoniens de type loi puissance ou loi de Carreau. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n°295, 34 p. (1999)
- [32] SANDRI, D. : Numerical analysis of a four-fields model for the approximation of a fluid obeying the power or Carreau's law. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n°298, 29p. (1999)
- [33] SANDRI, D. : On a FEM method for a linearized version of the Oldroyd Problem, *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.*, **191**, pp. 5045-5065 (2002)
- [34] SANDRI, D. : Sur une méthode d'éléments finis pour les écoulements de polymères, *Comptes Rendus Mathématique*, **336**, n° 8 (2003), pp. 687-690. Note accompagnée d'un texte de 8 pages.
- [35] SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell's Model for the viscoelastic fluid flows. Proc. du 38^{ème} Colloque Annuel du Groupe Français de Rhéologie. Brest, 15-17 Octobre 2003.
- [36] SANDRI, D. : Numerical study of a new finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow problem. *Journal of Non Newtonian Fluids Mechanics*, **118**, 103-120 (2004)
- [37] SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell Model for the viscoelastic fluid flows. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n° 372 (2003), 19p. Resoumis après révision à *Journal European Journal of Mechanics-B/Fluids*.

LISTE DES TRAVAUX, PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Thèse de Doctorat

Analyse numérique de fluides non newtoniens : fluides viscoélastiques et fluides quasi-newtoniens. Université Lyon I (1991)

Habilitation à Diriger les Recherches

Document de présentation des travaux pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger les Recherches réunissant un document de synthèse de 71p., et 9 articles parmi ceux cités ci-dessous. Université Lyon I (1999)

Articles acceptés ou publiés dans une revue

BARANGER, J., SANDRI, D. : Approximation par éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Existence de solutions approchées et majoration d'erreur. I - Contraintes discontinues. C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. I., t. **312**, 541-544 (1991)

SANDRI, D. : Approximation éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Existence de solutions approchées et majoration d'erreur. II - Contraintes continues. C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. I., **313**, 111-114 (1991)

BARANGER, J., SANDRI, D. : Formulation of Stokes's problem and the linear elasticity equations suggested by Oldroyd model for viscoelastic flows. RAIRO Modél. Math. Anal. Numér., **26**, 331-345 (1992)

BARANGER, J., SANDRI, D. : Approximation par éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Existence de solutions approchées et majoration d'erreur. I - Contraintes discontinues. Numer. Math., **63**, 13-27 (1992)

SANDRI, D. : Analyse d'une formulation à trois champs du problème de Stokes. RAIRO Modél. Math. Anal. Numér., **27**, n° 7, 817-841 (1993)

SANDRI, D. : Sur l'approximation numérique des écoulements quasi-newtoniens dont la viscosité suit la loi puissance ou le modèle de Carreau. RAIRO Modél. Math. Anal. Numér., **27**, n° 2, 131-155 (1993)

BARANGER, J., NAJIB K., SANDRI, D. : Numerical Analysis of a three fields model for a quasi-newtonian flow. Comp. Methods Appl. Mech. Engrg., **109**, 281-292 (1993)

SANDRI, D. : Finite element approximation of viscoelastic fluid flow : Existence of approximate solutions and error bounds. Continuous approximation of the constraints. SIAM, Journal of Numerical Analysis, **31**, 2, 362-377 (1994)

NAJIB K., SANDRI, D. : On a decoupled algorithm for solving a finite element problem for the approximation of viscoelastic fluid flow. Numer. Math., **72**, 223-238 (1995)

BARANGER, J., SANDRI, D. : Quelques propriétés de la méthode de Galerkin discontinue. Application aux fluides viscoélastiques. C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. I., **322**, 785-788 (1996)

BAHHAR, A. BARANGER, J, SANDRI, D. : Quadrangular Galerkin discontinuous approximation of the transport equation and viscoelastic fluid flow on quadrilaterals. Numerical Method for Partial Differential Equations, **14**, 97-114 (1998)

SANDRI, D. : A posteriori estimators for mixed finite element approximations of a fluid obeying the power law. Comp. Methods Appl. Mech. Engrg., **166**, n° 3-4, 329-340 (1998)

SANDRI, D. : Non integrable extra stress tensor solution for a flow in a bounded domain of an Oldroyd fluid. Acta Mechanica, **135**, n° 1-2, 95-100 (1999)

SANDRI, D. : On a FEM method for a linearized version of the Oldroyd Problem, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., **191**, 5045-5065 (2002)

SANDRI, D. : Sur une méthode d'éléments finis pour les écoulements de polymères, Comptes Rendus Mathématique, **336**, n° 8 (2003), pp. 687-690. Note accompagnée d'un texte de 8 pages.

NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : On a posteriori estimates for a linearized Oldroyd's problem. Journal of Computational and Applied Mathematics, **167**, 345-361 (2004)

SANDRI, D. : Numerical study of a new finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow problem. Journal of Non Newtonian Fluids Mechanics, **118**, 103-120 (2004)

BENSAADA, M., ESSELAOUI D., SANDRI, D. : Stabilization method for continuous approximation of transient convection problem. Numerical Methods for Partial Differential Equations **21**, 1, 170-189 (2005)

Conférences avec comité de lecture et publiées dans un Compte-Rendu. Proceedings.

BARANGER, J., SANDRI, D. : High order finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow. Comptes rendus du 10^{ème} Colloque international sur les méthodes de Calcul Scientifique et Technique, 11-14 Février 1992 INRIA, Paris, France, Glowinski, R. (ed.), p. 185-194.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Numerical analysis of some finite element method for the approximation of differential model for viscoelastic flow. Proc. XIth International Congress on Rheology, Brussels, 17-21 August 1992, Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, Netherlands, 5p.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Finite element method for the approximation of viscoelastic fluid flow with a differential constitutive law. Proc. Ist european computational fluid dynamic conference, Brussels, 7 - 11 September 1992, Hirsch Ch. (ed.), Elsevier Science Publishers, B.V., Amsterdam, Netherlands, 3p.

NAJIB, K., SANDRI D. : High order finite element and decoupled algorithm for the approximation of viscoelastic fluid flow. Madaune-Tort, Monique (ed.) et al., Proceedings of the 5th Zaragoza-Pau conference on applied mathematics and statistics, Jaca, Spain, September 15-16, 1997. Zaragoza : Universidad de Zaragoza. Publ. Semin. Mat. Garcia de Galdeano, Serie II. 20, 485-492 (1999). [ISBN 84-89513-94-5]

NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : Estimations a posteriori pour un probleme d'Oldroyd linearise. Proc. Colloque Maghrébin TAM-TAM (Tendances pour les Applications des Mathématiques, Tunisie-Algérie-Maroc), Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Rabat, Maroc, 14-18 Avril 2003.

SANDRI, D. : Sur une méthode d'éléments finis pour les écoulements de polymères Proc. Colloque Maghrébin TAM-TAM (Tendances pour les Applications des Mathématiques, Tunisie-Algérie-Maroc), Ecole Mohammadia d'Ingénieurs, Rabat, Maroc, 14-18 Avril 2003.

SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell's Model for the viscoelastic fluid flows. Proc. du 38^{ème} Colloque Annuel du Groupe Français de Rhéologie. Brest, 15-17 Octobre 2003.

NAJIB, K., SANDRI, D., ZINE A-M. : Adaptive Finite Element Method for Viscoelastic Fluid Flow Problems, Proc. Congrès Ecomas 2004, Jyvaskyla, Finlande, 24-28 Juillet 2004.

Conférences invitées

BARANGER, J., SANDRI, D. : Some results and open problems in numerical analysis of viscolastic flows. Conférence invitée à Mathematical problems in viscoelastic flows. Org. Nohel J., Renardy M., Oberwolfach, Mai 1993.

Communications

BARANGER, J., SANDRI, D. : Approximation éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Existence de solutions approchées et majoration d'erreur. Réunion du GDR 901, Sophia Antipolis, 20-21 Septembre 1990.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Approximation par éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques : Quelques résultats d'existence de solutions approchées et majorations d'erreur. 23^{ème} Congrès national d'analyse numérique, Royan, 28 Mai-1^{er} Juin 1991.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis pour des modèles différentiels. GDR 901 (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque de Villars de Lans - 10, 11 octobre 1991.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Finite Element Approximation of the Oldroyd B model : Numerical Analysis. VIIth International Workshop on Numerical Methods in Non-Newtonian Flow, Stuart-Florida, Februar 1992.

SANDRI, D. : Sur l'approximation par éléments finis d'écoulements de fluides viscoélastiques. 24^{ème} Congrès national d'analyse numérique», Vittel, Mai 1992.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis les modèles différentiels de fluides viscoélastiques. GDR 901 (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque Bilan du GDR 901 Biarritz - 29 et 30 Octobre 1992.

BARANGER, J., SANDRI, D. : Analyse numérique de méthodes d'éléments finis pour les modèles différentiels de fluides viscoélastiques (Groupement De Recherche «Rhéologie pour la transformation des polymères fondus») - Colloque Bilan du GDR 901 Le Mans - 11 au 13 Octobre 1993.

Articles soumis

SANDRI, D. : Numerical study around the corotational Maxwell Model for the viscoelastic fluid flows. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n° 372 (2003), 19p. Resoumis après révision à Journal European Journal of Mechanics-B/Fluids.

Prépublications et autres

SANDRI, D. : Revue bibliographique et compléments sur les techniques d'obtention d'estimations a priori et a posteriori pour l'approximation numérique de modèles d'écoulements quasi-newtoniens de type loi puissance ou loi de Carreau. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n° 295, 34 p. (1999)

SANDRI, D. : Numerical analysis of a four-fields model for the approximation of a fluid obeying the power or Carreau's law. Publication de l'équipe d'Analyse Numérique de Lyon-Saint-Etienne, n°298, 29p. (1999)

Codes de calcul

SANDRI, D. : Code de calcul pour la résolution de problèmes de fluides viscoélastiques avec raffinement automatique de maillage.

Ce code dès lors opérationnel continue à être développé. Il permet de prendre en compte le modèle de Maxwell.

Des résultats numériques sont décrits notamment dans SANDRI (JNNFM 2004, Pub. de l'équipe d'An. Num. de Lyon-S^t Etienne (2003)), NAJIB, SANDRI & ZINE (JCAM 2004, ECCOMAS 2004) (*cf.* ci-dessus).

SANDRI, D. : Manuel utilisateur (Préversion).

PUBLICATIONS ENSEIGNEMENT

SANDRI, D. : Introduction à MATLAB, pour l'Unité de Valeur Modélisation Mathématique Appliquée à l'Ordinateur (M2AO) de la Licence de Mathématiques. Département de Mathématiques, Université Claude Bernard-LYON I, 3^{ème} Ed., 86 p. (2005)

SANDRI, D. : Thèmes de travaux pratiques d'Analyse Numérique, pour l'Unité de Valeur Modélisation Mathématique Appliquée à l'Ordinateur (M2AO) de la Licence de Mathématiques. Département de Mathématiques, Université Claude Bernard-LYON I, Université Claude Bernard-LYON I, 2^{ème} Ed., 67 p. (2002)

SANDRI, D. : Polycopié d'analyse à l'usage du module Math. 2 du DEUG SM (Sciences de la Matière) dans le cadre du DEUG UC (2002).