

Curriculum Vitae

Yves Renard
né le 11 Juin 1968 à Angers (49)

Tél prof. : 04.72.43.87.08

Tél pers. : 04.78.17.21.55

Courriel : Yves.Renard@insa-lyon.fr

Page web : <http://math.univ-lyon1.fr/~renard/>

Adresse professionnelle :
Pôle de Mathématiques
INSA de Lyon
Institut Camille Jordan - CNRS UMR 5208
20, rue Albert Einstein
69621 Villeurbanne Cedex

Parcours

- 2007- : Professeur des universités à l'INSA de Lyon (26^{ème} section).
- 2006-2007 : Maître de conférence à l'INSA de Lyon (26^{ème} section).
- 1999-2006 : Maître de conférence à l'INSA de Toulouse (26^{ème} section).
- 1998-1999 : Stage post-doctoral à l'université de Zürich sous la direction de M. Chipot.
- 1994-1998 : Thèse de Doctorat de l'université Grenoble I en mathématiques appliquées, sous la direction de J.-C. Paumier.
- 1989-1992 : Magistère de mathématiques et applications à l'Institut Fourier, université Grenoble I. (mention Bien)

Cadre de recherche actuel et co-encadrements de thèse

Depuis Septembre 2006, je suis en poste à l'INSA de Lyon, où j'ai intégré l'équipe MMCS (Modélisation Mathématique et Calcul Scientifique) de l'Institut Camille Jordan (UMR CNRS 5208).

D'octobre 1999 à septembre 2006, j'étais en poste à l'INSA de Toulouse, où je participais à l'équipe "Méthode Numériques pour les Sciences et l'Ingénierie" dirigée par Patrick Laborde au sein du laboratoire M.I.P. (Mathématiques pour l'Industrie et la Physique, UMR CNRS 5640). Dans ce cadre, j'ai co-encadré une thèse qui a été soutenue en novembre 2005 et je co-encadre actuellement deux autres thèses.

Thèse de Houari Khenous (co-encadrement avec Patrick Laborde, UPS Toulouse, 50%) : J'ai co-encadré son mémoire de DEA en 2002 qui portait sur la formulation hybride du problème de contact avec frottement en élastostatique.

L'objectif fixé pour la thèse était de traiter la discrétisation totale du problème élastodynamique avec frottement ainsi que son calcul numérique effectif. Cela impliquait donc de s'intéresser au problème dit statique (qui correspond en fait à un problème incrémental), à sa discrétisation élément fini et aux algorithmes de résolution numérique. Une caractéristique importante du problème élastodynamique avec frottement est l'absence de résultats d'existence de solutions, la faible régularité des solutions et le caractère fortement non-linéaire des conditions de contact et frottement. L'objectif dans ce cadre était de trouver des schémas numériques qui permettent de calculer des solutions exploitables et ayant les meilleures propriétés de conservation de l'énergie possibles.

Une première partie de la thèse d'Houari Khenous est ainsi consacrée au traitement du problème statique. Une étude générale du problème discrétisé par une méthode élément fini hybride est faite avec un résultat d'existence et d'unicité pour un coefficient de frottement petit. Ensuite, une étude des principaux algorithmes de résolution numérique est menée et des comparatifs sont faits. Cette partie a donné lieu à une publication acceptée [11]. Dans la seconde partie, une étude de la stabilité des schémas en temps pour le problème élastodynamique est faite. L'objectif posé était d'établir des résultats de stabilité sur des schémas connus, d'exhiber des schémas d'ordre deux stables et si possibles conservatifs en énergie (dans le sens où l'énergie totale est conservée pour le contact seul, et en présence de frottement, l'énergie dissipée doit être une bonne approximation de l'énergie dissipée par frottement). Cet objectif a été atteint en partie et a permis d'exhiber des caractéristiques propres de la discrétisation des problèmes de contact. En effet le caractère mal posé des problèmes de contact semi-discrétisés

en espace fait que la plupart des schémas classiques sont non convergents. Un schéma conservatif a pu être exhibé, mais celui-ci, comme la plupart des schémas d'ailleurs, a pour inconvénient de donner une pression de contact très oscillante. Finalement, une méthodologie correspondant à une modification de la répartition de la masse a permis d'éliminer les oscillations et les rebonds intempestifs des nœuds sur le bord de contact. Ce résultat a donné lieu à une publication acceptée [24], une soumise [16] ainsi qu'à une présentation au Congrès CMIS 2005 à Hanovre. Le manuscrit de thèse a reçu un accueil favorable de la part des rapporteurs et la thèse a été soutenue le 25 novembre 2005.

Houari Khenous est actuellement sur une poste d'ATER à l'université de Besançon.

Thèse d'Elie Chahine (co-encadrement avec Patrick Laborde, UPS Toulouse, 50%) : J'ai co-encadré son mémoire de Mastère 2ème année (DEA) en 2004 qui portait sur l'amélioration de méthodes Xfem pour le calcul sur des domaines fissurés. Elie Chahine en est à sa troisième année de thèse. Les méthodes Xfem sont de plus en plus utilisées dans la communauté mécanique numérique pour le calcul sur des domaines fissurés que ce soit en dimension deux ou trois. Ces méthodes consistent principalement en l'ajout des discontinuités à la traversée de la fissure ainsi que des singularités de fond de fissure dans l'espace élément fini par l'intermédiaire d'une partition de l'unité provenant des fonctions de forme d'un élément de Lagrange. La principale originalité de ces méthodes provient de ce dernier point. Pour le moment, aucun travail d'analyse numérique ne confirmait l'efficacité des méthodes Xfem et les résultats numériques de convergence dans la littérature faisaient apparaître un caractère non optimal. Elie Chahine a d'ores et déjà obtenu des estimations d'erreur presque optimales pour une version modifiée de Xfem. Une publication à ce sujet a été acceptée [23] et une autre est soumise [15]. Une autre étape de la thèse est de proposer des stratégies lorsque les singularités de fond de fissure ne sont pas connues ou lorsqu'elles ont une expression peu compatible avec leur ajout dans l'espace d'approximation (par exemple pour des matériaux non isotropes). Ceci fait l'objet de la deuxième partie de la thèse ou sont proposées des méthodes qui s'inspirent des méthodes de base réduites introduites par Y. Maday. Ceci fera l'objet d'une présentation acceptée au colloque de Giens [36]. La soutenance de thèse est prévue pour juin prochain.

Thèse de Jérémie Lasry (co-encadrement avec Michel Salaün, ENSICA Toulouse, 50%) : J'ai co-encadré son stage de fin d'études d'ingénieur INSA en 2005 qui portait sur l'application des méthodes Xfem au modèles de plaques en collaboration avec le service fatigue d'Airbus (interlocuteur et responsable du service : Marc Balzano). Sa thèse a débuté en Octobre 2005 avec un financement BDI en collaboration avec Airbus. L'objectif est d'adapter les méthodes Xfem pour les modèles de plaques et de coques courants. A notre connaissance, une seule publication existe sur ce sujet qui fait apparaître des problèmes importants de verrouillage numérique. L'objectif est donc d'étudier des méthodes évitant le verrouillage numérique et prenant en compte le caractère singulier en fond de fissure. Ce développement intéresse tout particulièrement Airbus, les méthodes de traitement des fissures sur les plaques dans les logiciels du commerce disponibles étant très coûteux (recours à la 3D localement et raffinement important du maillage). Des premiers résultats font l'objet d'une présentation acceptée au colloque de Giens [37].

Thèse de doctorat

Titre "Modélisation des instabilités liées au frottement sec des solides élastiques : aspect théoriques et numériques"

Résumé

Le sujet de thèse a été motivé par une collaboration qui se poursuit toujours entre des mathématiciens appliqués et des géophysiciens (principalement M. Campillo du L.G.I.T.) sur la compréhension des modèles de failles géologiques. Cette collaboration a donné lieu à des publications de I.R. Ionescu et J.-C. Paumier sur les instabilités dynamiques créées par le frottement sec. Dans la thèse, Il s'agissait de s'intéresser de manière plus générale aux aspects du comportement dynamique des systèmes élastiques soumis à la friction sèche. La première partie de la thèse est dédiée à une synthèse sur les principaux modèles de frottement sec. Typiquement, une loi de frottement sec est une loi macroscopique qui doit rendre compte d'un ensemble souvent très complexe et variable de phénomènes qui se produisent à l'échelle microscopique.

La deuxième partie de la thèse porte sur l'analyse théorique et numérique d'un problème de frottement dynamique. Une analyse complète du problème 1D est effectuée. Une multiplicité de solutions apparaît. Il est proposé une perturbation de surface qui redonne l'unicité de la solution. Une analyse de convergence est développée qui montre que lorsque le paramètre de perturbation tend vers 0 la solution tend vers une solution particulière du problème initial. Il est montré que cette solution respecte le critère du retard maximal introduit par J.-C. Paumier et I. Ionescu dans ce contexte pour sélectionner une solution physique au système. Un schéma numérique est proposé dans les cas 1D et 2D. La convergence de ce schéma est démontrée dans le cas 1D. Des simulations

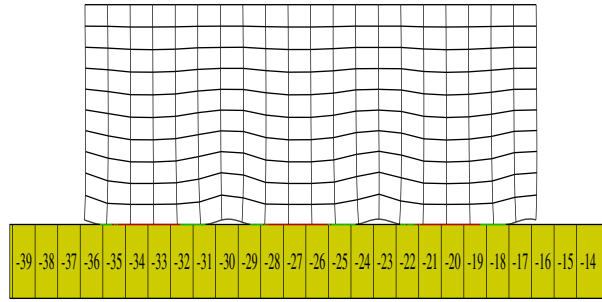


FIG. 1 – Exemple d’instabilités dues à la friction d’un solide périodique sur un plan rigide en translation uniforme. On constate des ondes de décollement qui se propagent sur la zone de contact.

numériques dans le cas 2D montrent l’aspect instable de la condition de frottement de Coulomb appliquée aux solides déformables, même dans le cas où le coefficient de frottement ne dépend pas de la vitesse de glissement.

Pendant ma thèse j’ai participé aux publications [1] et [2]. J’ai publié des résultats issus de ma thèse dans [3] et [4].

Éléments finis pour les problèmes de type Signorini

C’est une collaboration avec Faker Ben Belgacem et Leila Slimane, suite à des travaux de P. Hild et P. Laborde dans le domaine. Dans [5] est présentée une synthèse sur les éléments finis de bas degré pour les problèmes de Signorini. En particulier sur la nécessité de stabiliser la méthode hybride $P1/P0$ par des fonctions bulles additionnelles. Des résultats de convergence optimaux sont présentés dans certains cas. Dans [8] c’est le cas de l’élasticité presque incompressible qui est analysé. Cela représente une partie du travail de thèse de Leila Slimane faite en collaboration avec Faker Ben Belgacem et moi même. Là aussi des résultats de convergence optimaux sont obtenus.

Éléments finis étendus et problèmes de fissuration

C’est une thématique que nous avons abordé au travers d’une collaboration avec le CESTA à Bordeaux puis le service fatigue d’Airbus à Toulouse.

J’ai co-encadré le stage de DEA de Guillaume Battaïa en 2002, proposé par le CESTA et donnant lieu à un contrat. Ce stage portait sur l’implémentation et l’analyse de la méthode Xfem développée par Mões, Dolbow et Belytchko. Les méthodes Xfem ont l’intérêt de prendre en compte la fissure ainsi que les singularités de fond de fissure sans avoir à remailler le domaine. Ceci a été fait dans le code Getfem (voir plus loin) qu’il a fallu étendre pour supporter Xfem. Ces méthodes sont nouvelles et ont encore peu de justifications au niveau théorique. Ce stage a marqué le début de nos travaux dans ce domaine.

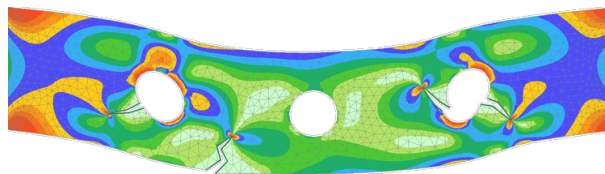


FIG. 2 – Exemple de calcul sur un domaine fissuré 2D avec Getfem.

L’année suivante, un contrat à été signé avec le CESTA pour poursuivre cette étude. Un travail important d’implémentation plus approfondie de Xfem dans Getfem a été effectué. Cela à donné lieu aussi à deux stages de DEA (mastère recherche 2ème année) que j’ai co-encadrés à l’INSA (Elie Chahine et Nassime Zaki). Ce travail à donné lieu à une publication [9] et à des présentations. Nous avons montré certains points faibles des méthodes Xfem et avons donné un certain nombre de pistes pour y remédier.

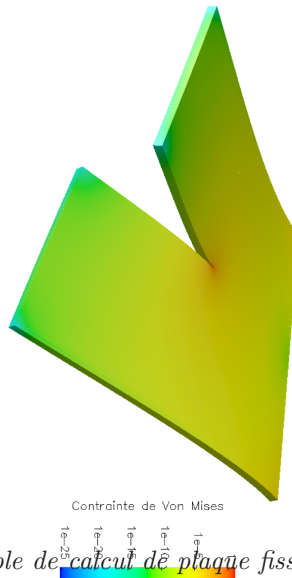


FIG. 3 – Exemple de calcul de plaque fissurée avec Getfem.

Elie Chahine poursuit en thèse à l'INSA sous la direction conjointe de Patrick Laborde et de moi-même sur le sujet. Il s'agit d'une part d'asseoir les bonnes performances des méthodes Xfem sur des résultats théoriques et d'étendre celles-ci à l'approximation des singularités plus générales voire inconnues. Ce travail a déjà donné lieu à deux publications [23] et [15].

J'ai aussi co-encadré un stage de Mastère 2ème année (DEA) ainsi qu'un stage de 5ème année INSA au printemps 2005. Concernant le stage de Mounir Bennoune, il s'agit de l'étude de l'application au cas des domaines fissurés des méthodes de level-set et de leur propagation. Le stage de 5ème année (Jérémy Lasry) est en collaboration avec Airbus et concerne la fissuration des plaques. Jérémy Lasry poursuit sur cette thématique en thèse BDI, toujours en collaboration avec Airbus.

Une collaboration est aussi engagée avec A. Munch de l'université de Franche-Comté à Besançon sur les critères énergétiques de propagation de fissures. Une publication est en cours de rédaction sur ce sujet.

Avec Patrick Hild et Vanessa Lleras de l'université de Franche-Comté nous regardons aussi la construction d'estimateurs *a posteriori* spécifiques à Xfem. Ceci fait déjà l'objet d'une présentation acceptée au colloque de Giens [38].

Décomposition de domaines et interaction fluide-structure

Nous effectuons des tests numériques sur des problèmes dont la complexité augmente et qui sont souvent fortement non-linéaires. Afin de profiter de la puissance des machines parallèles auxquelles nous avons accès, je m'intéresse fortement aux méthodes de décomposition de domaines.

Avec Michel Fournié (laboratoire MIP Toulouse), Nicolas Renon (CICT Toulouse) et Mejd Azaiez (Professeur à l'ENSCPB, Bordeaux) nous étudions une méthode de type Schwarz additive. Dans cette méthode, c'est plus exactement l'espace d'approximation qui est décomposé plutôt que le domaine, ce qui s'adapte très bien au cadre élément fini. Cela permet dans un même formalisme de mêler décomposition de domaine et approximation hiérarchique.

Cette étude a déjà fait l'objet du stage de 5ème année de Stéphanie Delage à l'ENSCPB.

Avec Michel Fournié, nous étudions l'application de cette méthode à des cas non-linéaires comme les problèmes de contact-frottement et les équations de Navier-Stokes.

J'ai co-encadré un stage de Mastère 2ème année (DEA) au printemps 2005 en collaboration avec M. Brazza (IMFT), Daniel Ruisz (ENSEEIH), Michel Fournié (Toulouse III) sur une version par éléments finis parallèle d'un code Navier-Stokes destinée à l'étude de la turbulence à haut Reynold.

Nicolas Renon et moi-même implémentons une version parallèle de Getfem (voir plus loin) qui s'appliquerait de manière relativement générale aux problèmes déjà pris en compte. Un autre intérêt de la méthode est de permettre une implémentation qui est relativement indépendante du modèle étudié. Une publication est en préparation sur ce sujet.

Toutes ces activités ont été intégrées l'année dernière dans un projet plus global de construction d'un outil performant de simulation de l'interaction fluide structure. Ce projet regroupe M. Brazza, Daniel Ruisz, Nicolas Renon, Michel Fournié, Julien Pommier, Marcela Szopos et moi-même. Ce projet est soutenu par des financements BQR inter-site Toulouse et BQR UPS Toulouse.

Schémas numériques pour les problèmes de frottement statiques et dynamiques

Je collabore avec Patrick Laborde sur la définition d'un cadre général pour l'écriture des schémas éléments finis pour les problèmes de frottement. Ce cadre général nous permet, dans une publication soumise [6], d'exhiber des méthodes de point fixe originales et de réinterpréter des méthodes déjà connues.

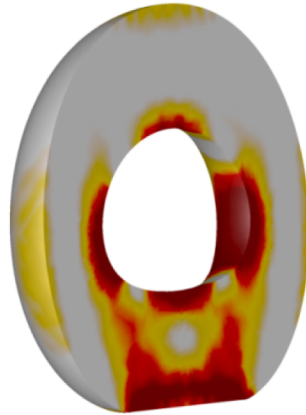


FIG. 4 – Calcul avec *Getfem* du contact avec frottement d'un tore sur un plan rigide en éléments P_2 isoparamétriques. Vue en coupe. La couleur représente la contrainte de Von Mises.

J'ai aussi co-encadré sur ce sujet la thèse d'Houari Khenous (direction conjointe avec Patrick Laborde) qui a déjà été présentée précédemment.

Les résultats de cette thèse intéressent fortement le service simulation numérique au centre de technologie de la MFP Michelin (contacts : Jérôme Calipel et Stéphane Cohade). Le logiciel *Getfem* est d'ors et déjà utilisé dans ce service et un stage de fin d'études d'ingénieur avec un étudiant (Ezechiel Ferrandin) de la filière mathématiques et modélisation du département GMM de l'INSA de Toulouse a débuté. J'ai bon espoir qu'il s'agit là d'un début de collaboration très active avec eux.

Unicité et non unicité dans les problèmes de frottement

Les modèles statiques ou dynamiques de structures déformables avec conditions de contact unilatéral et frottement amènent très vite à une multiplicité de solutions dont on n'est pas toujours capable de dire s'il s'agit d'artefacts mathématiques ou de solutions ayant un sens mécanique véritable.

Avec Patrick Hild, nous étudions la multiplicité de solutions du problème de Signorini avec frottement de Coulomb dans le cadre discrétisé par éléments finis. Nous avons pu exhiber des bifurcations dans le cadre peu régulier ou nous n'introduisons aucune régularisation. Pour cela nous avons recours au gradient de Clarke et à un théorème des fonctions implicites pour les fonctions lipschitziennes dû à J.-B. Hiriart-Urruty. Ceci a donné lieu à une publication [10].

Je poursuis moi-même une étude sur l'unicité du problème de Signorini avec frottement de Coulomb dans le cas continu (non discrétisé et sans régularisations) ou j'ai pu montrer un critère d'unicité du problème qui représente le premier résultat de ce type sur ce problème. Ce critère fait intervenir la norme du seuil de glissement en tant que multiplicateur sur un espace de Hilbert. J'ai présenté ce résultat au congrès CMIS 2005 à Hanovre [33] et il a fait l'objet d'une publication [12].

Ce travail s'est aussi poursuivi avec une publication acceptée [14] en collaboration avec Patrick Hild sur une estimation d'erreur pour le problème de Coulomb discrétisé par éléments finis. Il s'agit à notre connaissance de la première analyse d'erreur faite sur le problème non régularisé.

ANR jeunes chercheurs

Avec P. Hild, M. Bostan et A. Munch (de l'université de Besançon), nous avons formalisé la collaboration que nous avons sur les thèmes de l'analyse mathématique des problèmes de contact (P. Hild, M. Bostan) et sur le calcul de propagation de fissures (A. Munch) à travers un projet jeunes chercheurs accepté par l'ANR intitulé "Inéquations en mécanique des solides et des fluides : analyse mathématique et simulation numérique" (projet JCJC018201).

Analyse par perturbation de surface

En collaboration avec Jean-Claude Paumier nous avons étudié des perturbations de surface pour les problèmes de contact et frottement. Dans ma thèse, il est montré dans le cas 1D que cette perturbation redonne l'unicité dans le cas dynamique et sélectionne une solution particulière dite à retard maximal. Jean-Claude Paumier et moi-même avons essayé de développer cette stratégie en multi-dimensions. Une généralisation immédiate (proposée dans la thèse) ne donnant pas les résultats escomptés, nous avons présenté dans les actes de la conférence CMIS 2001 une perturbation qui contient un terme tangentiel additionnel sur le bord de contact. Dans [6] nous montrons que cette perturbation redonne l'existence et l'unicité dans le cas de l'élastodynamique. Il s'agit à notre connaissance du premier résultat concernant un problème de frottement en élastodynamique multidimensionnelle sans régularisation par l'ajout d'une viscosité. Nous avons poursuivi ce travail, en particulier sur le cas statique ou nous avons pu étendre les résultats actuels d'existence du problème non perturbé. La question de l'unicité du problème de frottement en élastodynamique multidimensionnel non perturbé reste ouvert et en particulier le moyen de sélectionner la solution "mécaniquement acceptable", ce que nous avons toujours en perspective. Cette collaboration a été brutalement interrompue par le décès prématuré de Jean-Claude Paumier. Je tiens à dire ici combien je regrette les échanges fructueux que nous avons sur ce sujet.

Projet Getfem

Je suis à l'origine et je suis le principal organisateur du projet Getfem : il s'agit de réaliser et maintenir un code éléments finis en C++ générique servant d'outil à la recherche sur les éléments finis. Ce code est librement disponible à l'adresse <http://www-gmm.insa-toulouse.fr/getfem>. Il est principalement développé par Julien Pommier et moi-même, ingénieur d'étude à l'INSAT. Getfem représente environ 120000 lignes de codes C++ (et quelques unes de Matlab, Python et Perl). La gestion informatique du projet est assurée par le site [gna.org](https://gna.org/projects/getfem/) (voir <https://gna.org/projects/getfem/>) spécialisée en gestion de projets libres. Les sources de Getfem y sont disponibles ainsi que des listes de discussion qui permettent aux utilisateurs d'échanger des informations, poser des problèmes, proposer des solutions pour des fautes de programmation, etc.

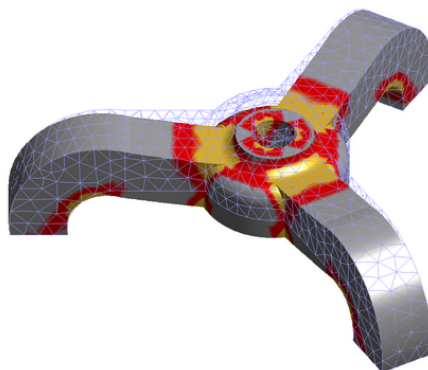


FIG. 5 – Exemple de calcul de structure avec Getfem en élasticité avec des éléments P_2 isoparamétriques.

Les points forts de ce code :

- dimension et degré arbitraire,
- interchangeabilité des éléments finis, des transformations géométriques et des méthodes d'intégration,
- méthodes d'assemblage génériques,
- outil adapté pour le développement de méthodes nouvelles en éléments finis,
- support pour les collaborations et le travail des étudiants,

- nombre important de modèles introduits : élasticité linéaire et non linéaire, incompressibilité, problème de Stokes, Navier-Stokes, problème de Helmholtz, modèles de plaques, plasticité petites déformations, conditions de contact et de frottement, fissuration.
- Système de briques modèles permettant une utilisation rapide des modèles prédéfinis.
- Interfaces avec Matlab et Python permettant l'utilisation de langage de script (i.e. sans recompilation) et la visualisation complète des solutions. Cela permet de montrer facilement aux étudiants un grand nombre d'aspects des méthodes éléments finis lors de travaux pratiques.

Ce code a fait l'objet de plusieurs présentations et a été le support de publications sur les méthodes par éléments finis ainsi que de collaborations industrielles. Il est utilisé par un nombre croissant de personnes (dont par exemple le service simulation numérique chez Michelin Clermont-Ferrand) et représente déjà une des bibliothèques d'éléments finis les plus complète librement disponible. Un certain nombre de publications dans des domaines divers ont été réalisées par des utilisateurs dans lesquelles Getfem est cité.

Projet de bibliothèque matricielle

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de bibliothèque matricielle de référence en langage C++. Il existe un certain nombre de bibliothèques domaine public dont chacune ne couvre que très partiellement les besoins d'un code d'éléments finis complexe.

L'objectif du projet de bibliothèque matricielle que j'ai appelé GMM (pour Generic Matrix Methods, et en référence au département GMM de l'INSA de Toulouse) est de fournir un noyau très générique pour les calculs matriciels de base, d'accepter les formats pleins, creux et profils, d'avoir une implémentation des solveurs itératifs classiques avec les préconditionneurs classiques et enfin de faire une interface facile d'utilisation pour des bibliothèques domaine public plus spécialisées et plus optimisées (blas, Lapack, SuperLU, MUMPS, ...). Cette bibliothèque est disponible aussi à l'adresse http://www-gmm.insa-toulouse.fr/getfem/gmm_intro et est maintenue.

Cette bibliothèque est maintenant utilisée par un assez grand nombre de personnes et a été en particulier récemment intégrée dans le projet KDE d'interface graphique libre sous linux. (voir <http://websvn.kde.org/trunk/kdesupport/gmm/>).

Contrats industriels

Contrats industriels auxquels je participe ou j'ai participé :

- Contrat CEA/CESTA avec Laboratoire MIP : Méthode PUM pour modéliser correctement une fissure (2003)
- Contrat CEA/CESTA avec Laboratoire MIP : Modélisation numérique fine d'une fissure par la méthode XFEM (2003)
- Contrat CEA/CESTA avec Laboratoire MIP : Modélisation et résolution numérique de problèmes d'endommagement des matériaux composites thermo-structuraux (2004)
- Contrat EADS/Airbus avec Laboratoire MIP : Modélisation de la propagation de fissures dans les plaques et les coques avec la méthode XFEM (2005-2008)

Activités d'enseignement

J'assure un service de maître de conférence depuis septembre 1999 à l'INSA de Toulouse puis à l'INSA de Lyon depuis cette année universitaire. En particulier, j'ai encadré régulièrement des projets de 5^{ème} année INSA (Bac +5) autour du projet Getfem sur des méthodes par éléments finis avancées.

Les principaux enseignements que j'ai assurés à l'INSA sont

- Cours-TD de mathématiques générales niveau Bac+3 dans les filières Génie Civil et Génie Mécanique (INSAT) : E.D.O., transformée de Laplace, Fourier, introduction aux E.D.P., Optimisation.
- Cours-TD de mathématiques générales niveau Bac+2 après la réforme LMD dans la nouvelle filière Ingénierie de la Construction (Génie Civil et Génie Mécanique, INSAT) : E.D.O., transformée de Laplace, séries, séries de Fourier, introduction aux E.D.P.
- TD de mathématiques générales niveau Bac+2 (INSAL). Équation différentielles, séries, séries de Fourier.
- TP d'analyse numérique et de traitement du signal, niveau Bac+3, département informatique (INSAL).
- TD de probabilités et statistiques, niveau Bac+3, département informatique (INSAL).
- Cours-TD-TP de Mécanique des milieux continus niveau Bac+3 en filière Mathématiques et Modélisation (INSAT).
- Cours-TD-TP de Mécanique des solides niveau Bac+4 en filière Mathématiques et Modélisation (INSAT).

- Cours-TP de C++ niveau Bac+5 en filière Mathématiques et Modélisation (INSAT).
- Cours-TD-TP sur les éléments finis niveau Bac+4 en filière Mathématiques et Modélisation (en collaboration avec A. Bendali, INSAT).
- En collaboration avec Patrick Laborde, j'ai assuré un cours du Mastère 2 (DEA) de mathématiques appliquées de Toulouse portant sur les méthodes numériques en mécanique des structures.

Divers

- Titulaire de l'habilitation à diriger des recherches
- Reviewer à l'AMS Mathematical Reviews Database
- Membre titulaire de la commission de spécialistes Perpignan 26.
- Membre titulaire de la commission de spécialistes INSAT 26 de Septembre 2000 à Aout 2006. Vice-président collège B.
- Responsable du séminaire de l'équipe Modélisation Mathématique et Calcul Scientifique, ICJ, Lyon.
- Titulaire de la P.E.D.R.

Articles soumis et acceptés

- [1] M. CAMPILLO, I.R. IONESCU, J.-C. PAUMIER, Y. RENARD. On the dynamic sliding with friction of a rigid block and of an infinite elastic slab. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 96 :15–23, 1996.
- [2] K.L. KUTTLER, Y. RENARD, M. SHILLOR. Models and simulations of dynamic frictional contact of a thermoelastic beam. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engng.*, 177 :259–272, 1999.
- [3] Y. RENARD. Singular perturbation approach to an elastic dry friction problem with a non-monotone friction coefficient. *Quarterly of Applied Mathematics*, LVIII, No 2 :303–324, 2000.
- [4] Y. RENARD. Numerical analysis of a one-dimensional elastodynamic model of dry friction and unilateral contact. *Comp. Meth. Appl. Mech. Engng.*, 190 :2031–2050, 2001.
- [5] F. BEN BELGACEM, Y. RENARD. Hybrid finite element methods for Signorini's problem. *Math. Comp.*, 72 :1117–1145, 2003.
- [6] J.-C. PAUMIER, Y. RENARD. Surface perturbation of an elastodynamic contact problem with friction. *European Journal of Applied Mathematics*, 14 :465–483, 2003.
- [7] Y. RENARD, L. SLIMANE. The treatment of the locking phenomenon for a general class of variational inequalities. *J. comp. appl. math.*, 170 :121–143, 2004.
- [8] F. BEN BELGACEM, Y. RENARD, L. SLIMANE. A mixed formulation for the Signorini problem in nearly incompressible elasticity. *Applied Numerical Mathematics*, 54/1 :1–22, 2005.
- [9] P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAÜN. High order extended finite element method for cracked domains. *Int. J. Numer. Meth. Engng.*, 64 :354–381, 2005.
- [10] P. HILD, Y. RENARD. Local uniqueness and continuation of solutions for the discrete Coulomb friction problem in elastostatics. *Quart. Appl. Math.*, 63 :553–573, 2005.
- [11] H. KHENOUS, J. POMMIER, Y. RENARD. Hybrid discretization of the Signorini problem with Coulomb friction, theoretical aspects and comparison of some numerical solvers. *Applied Numerical Mathematics*, 56/2 :163–192, 2006.
- [12] Y. RENARD. A uniqueness criterion for the Signorini problem with Coulomb friction. *Siam J. Math. Anal.*, 38, no. 2 :452–467, 2006.
- [13] P. LABORDE, Y. RENARD. Fixed points strategies for elastostatic frictional contact problems. to appear in *Math. Meth. Appl. Sci.*
- [14] P. HILD, Y. RENARD. An error estimate for the Signorini problem with Coulomb friction approximated by finite elements. *Siam J. Numer. Anal.*, 45(5) :2012–2031, 2007.
- [15] E. CHAHINE, P. LABORDE, Y. RENARD. Crack-tip enrichment in the Xfem method using a cut-off function. to appear in *Int. J. Numer. Meth. Engng.*
- [16] H. KHENOUS, P. LABORDE, Y. RENARD. Mass redistribution method for finite element contact problems in elastodynamics. to appear in *Eur. J. Mech., A/Solids*.

- [17] E. CHAHINE, P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAUN. Study of some optimal xfem type methods. *in Advances in Meshfree Techniques*, Computational Methods in Applied Sciences, vol. 5 :27–40, 2007.
- [18] P. HILD, Y. RENARD. Stabilized lagrange multiplier method for the finite element approximation of contact problems in elastostatics. Submitted.
- [19] E. CHAHINE, P. LABORDE, Y. RENARD. An extended finite element variant for partially unknown crack-tip displacement. *European Journal of Computational Mechanics*, to appear.
- [20] J. HASLINGER, Y. RENARD. A new fictitious domain approach inspired by the extended finite element method. submitted.

Notes

- [21] Y. RENARD. Perturbation singulière d'un problème de frottement sec non monotone. *C.R. Acad. Sci. Paris*, N° 326, Série I : pp 131–136, 1998.
- [22] J.-C. PAUMIER, Y. RENARD. Existence et unicité pour le frottement élastodynamique avec perturbation par “inertie de surface”. *C.R. Acad. Sci. Paris*, N° 330, Série I : pp 1–4, 2000.
- [23] E. CHAHINE, P. LABORDE, Y. RENARD. A quasi-optimal convergence result for fracture mechanics with Xfem. *C.R. Math. Acad. Sci. Paris*, accepted, to appear.
- [24] H.B. KHENOUS, P. LABORDE, Y. RENARD. A comparison of two approaches for the discretization of elastodynamic contact problems. *C.R. Math. Acad. Sci. Paris*, accepted, to appear.
- [25] P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAÜN. Une méthode XFEM d'ordre supérieur optimale, *Revue Européenne des Éléments Finis*, accepted, to appear.

Actes de conférence

- [26] Y. RENARD. Dynamic dry friction with a slip velocity dependent coefficient. *Proceedings of the 3rd Summer Conference on Numerical Modelling in Continuum Mechanics, Prague, Part II* : pp 426–433, 1997.
- [27] J.-C. PAUMIER, Y. RENARD. Elastodynamic friction problem with a “surface inertia” perturbation. *Proceedings of the 3rd Contact Mechanics International Symposium, Peniche, 2001*.
- [28] F. BEN BELGACEM, Y. RENARD, L. SLIMANE. On mixed methods for signorini problems. Actes du 6^{ème} Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées, Annals of University of Craiova, Math. Comp. Sci. Ser. Volume 30(1), 2003.
- [29] P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAÜN. Méthodes Xfem d'ordre supérieur en mécanique de la rupture. Actes du 7^{ème} colloque national en calcul des structures, Giens, Mai 2005.
- [30] E. Chahine, P. Laborde, J. Pommier, Y. Renard, M. Salaün. Study of some optimal xfem type methods. Proceedings of ECCOMAS Thematic Conference on Meshless and Meshfree Methods, Lisbon, Portugal, July 11-14, 2005.
- [31] P. HILD, Y. RENARD. Local uniqueness results for the discrete Coulomb friction problem. Lecture Note in applied and Computational Mechanics, vol 27, Analysis and simulation of Contact Problems, 129–136, 2006.
- [32] H.B. KHENOUS, P. LABORDE, Y. RENARD. On the discretization of contact problems in elastodynamics. Lecture Note in applied and Computational Mechanics, vol 27, Analysis and simulation of Contact Problems, 31–38, 2006.
- [33] Y. RENARD. A uniqueness criterion for the Signorini problem with Coulomb friction. Lecture Note in applied and Computational Mechanics, vol 27, Analysis and simulation of Contact Problems, 161–170, 2006.
- [34] H.B. KHENOUS, P. LABORDE, Y. RENARD. An energy conserving approximation for elastodynamic contact problems. Proceedings of the III European Conference on Computational Mechanics, Lisbon, Portugal, 5-8 June, 2006.
- [35] E. CHAHINE, P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAÜN. Some improvements of xfem for cracked domains. Proceedings of IUTAM Seminar, Discretisation Methods for evolving discontinuities, Lyon, France, 4-7 Sept, 2006.
- [36] E. CHAHINE, P. LABORDE, J. POMMIER, Y. RENARD. Couplage des méthodes XFEM et de la base réduite pour la modélisation des fissures interfaciales. Some improvements of Xfem for cracked domains. A paraître dans les actes du 8^{ème} colloque national en calcul des structures, Giens 2007.
- [37] J. LASRY, J. POMMIER, Y. RENARD, M. SALAÜN. Application de la méthode XFEM aux plaques fissurées en flexion. A paraître dans les actes du 8^{ème} colloque national en calcul des structures, Giens 2007.
- [38] V. LLERAS, P. HILD, Y. RENARD. Estimateurs d'erreur pour la méthode XFEM. A paraître dans les actes du 8^{ème} colloque national en calcul des structures, Giens 2007.

Autres présentations récentes

- 2002: *Méthodes mixtes pour les problèmes de Signorini*, 6^{ème} colloque Franco-Roumain, Septembre 2-6, 2002, Perpignan, France.
- 2003: *Modélisation numériques des solides déformables soumis à des conditions de contact et de frottement de Coulomb*, Séminaire d'Analyse non-linéaire et d'Optimisation, laboratoire LACO de l'université de Limoges. 31 janvier 2003.
- 2003: *Getfem++ : une bibliothèque élément fini générique en C++ disponible aussi sous MATLAB*, Journées de Metz 2003 sur les éléments finis, 2-4 Avril, 2003, Metz, France.
- 2004: *On Mixed and Hybrid numerical approximation of the Signorini problem with Coulomb friction*, Workshop on Contact Mechanics and Thin Structures, February 16-18, 2004, Santiago de Compostela, Spain.
- 2004: *On the hybrid discretization of contact and friction conditions*, ECCOMAS 2004, Jyväskylä, 24-28 July 2004, Finland.
- 2004: *Methodes XFEM d'ordre élevé pour les domaines fissurés*, P. Laborde, J. Pommier, Y. Renard, M. Salaün, Journées BPT, October 1-2, 2004, Anglet, France.
- 2005: *Sur la discrétisation en temps des problèmes de contact et de frottement en élastodynamique*, H. Khenous, P. Laborde, Y. Renard, Séminaire de l'équipe Calcul Scientifique de l'université de Besançon.
- 2005: *On the hybrid discretization of contact and friction in elastodynamics*, H. Khenous, P. Laborde, Y. Renard, VIII International Conference on Computational Plasticity, COMPLAS VIII, Barcelona, 2005.
- 2005: *On the time discretization of dynamical contact problems in elasticity*, H. Khenous, P. Laborde, Y. Renard, Séminaire de l'institut de Mathématiques, Charles University, Prague. A l'occasion d'un séjour invité du 12-10 au 20-10-2005.
- 2006: *Analyse mathématique et numérique de problèmes de contact avec frottement en élasticité*, Y. Renard, Séminaire Equations aux Dérivées Partielles et Contrôle, Lyon, 28 Février 2006.
- 2006: *Sur les méthodes de type Xfem pour les calculs en domaines fissurés*, Y. Renard, Séminaire MMCS, Lyon, 14 Novembre 2006.
- 2006: *Sur les méthodes de type Xfem pour les calculs en domaines fissurés*, Y. Renard, Journée scientifique "Méthodes numériques d'ordres élevés", Metz, 15 décembre 2006.
- 2007: *Sur quelques problèmes de structures élastiques soumises au contact unilatéral avec frottement sec*, Y. Renard, Séminaire du laboratoire LAMCOS, Lyon, 26 Avril 2007.
- 2007: *High order extended finite element method for cracked domains*, E. Chahine, P. Laborde, Y. Renard, M. Salaün, Séminaire de l'institut de Mathématiques, Charles University, Prague. A l'occasion d'un séjour invité du 28-05 au 01-06-2007.

itemline2007 *Extended finite element methods for cracked plates*, J. Lasry, J. Pommier, Y. Renard, M. Salaün, CFRAC 2007. International Conference on Computational fracture and failure of material and structures. Nantes, June 11-13, 2007.

itemline2007 *Une nouvelle méthode pour les domaines fictifs*, Y. Renard, Groupe de travail MNSI, Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier, November 8, 2007.

itemline2008 *Une nouvelle méthode pour les domaines fictifs*, Y. Renard, Séminaire du laboratoire de mathématiques, Université de Technologie de Compiègne, January 22, 2008.

Projet de recherche, perspectives

Comme il est décrit plus haut, j'entretiens un certain nombre de collaborations sur des sujets que j'ai diversifiés. Parmi les choses non citées, j'ai également commencé à engager des collaborations sur le site lyonnais. Le principal de mes travaux porte sur le contact-frottement des solides élastiques, mais des collaborations en cours portent sur la fissuration (analyse numérique et propagation), le numérique en mécanique des fluides dans l'objectif de traiter des couplages fluides-structures, ainsi que la décomposition de domaines.

Mon intérêt se porte avant tout sur la modélisation, l'analyse numérique et l'analyse mathématique de problèmes issus de la mécanique des milieux continus (structure et éventuellement fluides).

Autour du projet Getfem, sur lequel j'ai déjà beaucoup investi et qui est arrivé maintenant à maturité, et notamment autour des outils génériques pour traiter l'évolution de level-sets et de champs discontinus à la traversée de celles-ci, j'aimerais développer un axe de recherche sur l'analyse mathématique et numérique des méthodes par éléments finis prenant en compte les discontinuités, des méthodes de domaines fictifs et de la prise en compte de frontières libres. J'ai commencé à collaborer dans ce sens avec Patrick Hild (Université de Besançon) et Jaroslav Haslinger (Université de Prague). Ces méthodes peuvent s'appliquer à une large catégorie de modélisations, y compris bien sûr les problèmes de contact-frottement de solides élastiques.