

Groupe  
interdisciplinaire de  
recherche en  
éléments  
finis



# Rapport annuel d'activité

2008-2009

GIREF  
Université Laval  
1045 avenue de la Médecine,  
Pavillon Alexandre-Vachon,  
local VCH-1448  
QUÉBEC (Québec) Canada, G1V 0A6



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Faculté des sciences et de génie



## Nos coordonnées

Département de mathématiques et statistique  
Faculté des sciences et de génie  
Bureau 1448, pavillon Alexandre-Vachon  
1045, avenue de la Médecine  
Université Laval  
Québec (Québec) G1V 0A6  
Canada

[giref@giref.ulaval.ca](mailto:giref@giref.ulaval.ca)  
[www.giref.ulaval.ca](http://www.giref.ulaval.ca)



UNIVERSITÉ  
**LAV**AL

Faculté des sciences et de génie

## AVANT- PROPOS

---

*Le GIREF est un regroupement de chercheurs s'intéressant aux méthodes numériques en général et plus particulièrement aux méthodes d'éléments finis, de différences finies et de volumes finis. Les problèmes considérés touchent à la recherche fondamentale et aux problèmes industriels. Ses quelque 28 chercheurs illustrent son caractère interdisciplinaire et proviennent principalement de l'Université Laval mais aussi de Polytechnique, de l'Université du Québec en Outaouais, à Trois-Rivières et de l'Université McGill.*

*Au cours de l'année 2008, la chaire de recherche en calcul scientifique a pris son envol. Le développement du logiciel d'éléments finis MEF++ s'est encore accéléré grâce aux contributions habituelles de nos professionnels de recherche MM Éric Chamberland, Cristian Tibirna, Nicolas Tardieu et Jean Deteix, mais aussi par celles des ingénieurs de Michelin du laboratoire de Ladoux près de Clermont-Ferrand en France. Le développement conjoint de MEF++ permet de mettre à la disposition des étudiants un logiciel extrêmement performant ayant à la fois un caractère académique et industriel.*

*Dans le cadre d'une subvention de projets stratégiques du CRSNG, obtenue en 2006, la collaboration avec M. Alain Cloutier, directeur du Centre de recherche sur le bois (CRB) s'est poursuivie. On s'intéresse ici à la modélisation des phénomènes thermo-hygro-mécaniques pour les composites à base de bois. Notons la contribution de trois partenaires industriels soit BOA-FRANC, Uniboard Canada inc. et FPIInnovations. L'objectif est de fournir un outil de simulation numérique à l'usage de l'industrie.*

*Les chercheurs du GIREF se sont impliqués dans le réseau CLUMEQ et plus particulièrement sa composante de l'Université Laval. Sous la direction de M. Marc Parizeau du département de génie électrique et de génie informatique, on y a planifié l'achat d'un superordinateur qui sera installé dans l'ancien accélérateur Van der Graff au Pavillon Vachon. Grâce à ce nouvel équipement, les chercheurs du GIREF pourront repousser encore plus loin les frontières des simulations par éléments finis dans tous les domaines d'applications.*

*Notons enfin que nous avons inauguré de nouveaux locaux au pavillon Alexandre-Vachon, regroupant ainsi le secrétariat, le laboratoire et les bureaux des professeurs et professionnels de recherche.*

*Le directeur,*

*André Fortin*

## **Historique**

Le groupe interdisciplinaire de recherche en éléments finis (GIREF) a été fondé à l'Université Laval en 1990 autour de deux noyaux de chercheurs, un groupe de mathématiciens appliqués et un groupe d'ingénieurs provenant de deux facultés, et plusieurs départements : génie civil, génie mécanique, sciences du bois et de la forêt, etc.

## **Thématique de recherche**

La modélisation numérique est au cœur des sciences appliquées et joue un rôle fondamental dans presque toutes les disciplines des sciences et du génie. La modélisation ou simulation numérique, souvent appelée calcul scientifique « Scientific Computing », consiste à représenter un phénomène physique par un modèle mathématique sous forme de très grands systèmes d'équations (de l'ordre du million) qui sont résolues à l'aide de l'ordinateur. La modélisation numérique est maintenant pleinement établie comme une discipline scientifique en elle-même qui possède ses protocoles de recherche, de vérification et de validation. Un nombre extraordinaire de revues scientifiques sont totalement ou partiellement dédiées à cette discipline somme toute relativement récente. De plus en plus de grandes et moyennes entreprises embauchent des numériciens pour répondre à leurs besoins grandissants en ce domaine.

## **Programmation de recherche**

L'objectif stratégique fondamental du GIREF est le développement de méthodes numériques originales en vue d'applications en sciences et génie et le transfert technologique vers les chercheurs et les entreprises du Québec et même ailleurs. Un certain nombre d'objectifs secondaires se greffent à cela :

- Assurer une formation, un encadrement et un milieu de travail de qualité à nos étudiants des cycles supérieurs;
- Initier des stages de formation et d'initiation à la recherche pour les étudiants de premier cycle;
- Former une main-d'œuvre spécialisée pour les entreprises québécoises;
- Fournir les ressources matérielles en appui aux projets de recherche des membres;
- Apporter les ressources humaines et l'expertise nécessaires en modélisation numérique à la réalisation de projets scientifiques de grande envergure;
- Faire le transfert technologique vers les entreprises à travers des projets de recherches concertés.

## **Infrastructure**

L'infrastructure actuelle du GIREF a permis jusqu'à maintenant l'embauche d'une agente de secrétariat, de plusieurs professionnels de recherche chargés de la supervision et du développement de nos logiciels ainsi que de l'aide aux étudiants des différents projets. Ces personnes qui sont mises à la disposition de tous les membres, et surtout de leurs étudiants, ont un effet structurant. Cela représente une force de travail importante qui crée une synergie significative entre les membres.

Le travail des membres, des étudiants et des professionnels de recherche se concentre autour de notre laboratoire informatique au pavillon Alexandre-Vachon qui est le lieu de rencontre privilégié pour échanger, s'entraider et discuter. On y retrouve du matériel informatique très performant, ce qui est absolument nécessaire dans le domaine de la modélisation numérique.

▪ **CHERCHEURS RÉGULIERS**

<b>Youssef Belhamadia</b>	Mathématiques Université d'Alberta <i>Youssef.belhamadia@ualberta.ca</i>
<b>Pierre Blanchet</b>	Forintek Canada Corp. <i>blanchet@qc.forintek.ca</i>
<b>Yves Bourgault</b>	<i>Mathématiques et statistique</i> Université d'Ottawa <i>ybourg@mathstat.uottawa.ca</i>
<b>Marie-Laure Dano</b>	<i>Génie mécanique</i> Université Laval <i>mldano@gmc.ulaval.ca</i>
<b>Michel Delfour</b>	<i>Mathématiques et statistique</i> CRM Université de Montréal <i>delfour@crm.umontreal.ca</i>
<b>Guy Dumas</b>	<i>Génie mécanique</i> Université Laval <i>guy.dumas@gmc.ulaval.ca</i>
<b>Marie-Isabelle Farinas</b>	<i>Génie mécanique</i> Université du Québec à Chicoutimi <i>marie-isabelle_farinas@uqac.ca</i>
<b>André Fortin</b> <i>Directeur</i>	<i>Mathématiques et statistique</i> Université Laval <i>andre.fortin@giref.ulaval.ca</i>
<b>Michel Fortin</b>	<i>Mathématiques et statistique</i> Université Laval <i>mfortin@mat.ulaval.ca</i>
<b>Yves Fortin</b>	<i>Sciences du bois et de la forêt</i> Université Laval <i>yves.fortin@sbf.ulaval.ca</i>
<b>André Garon</b> <i>Directeur adjoint</i>	<i>Génie mécanique</i> École Polytechnique de Montréal <i>andre.garon@meca.polymtl.ca</i>

<b>Guy Gendron</b>	<i>Génie mécanique Université Laval guy.gendron@gmc.ulaval.ca</i>
<b>Robert Guénette</b>	<i>Mathématiques et statistique Université Laval robert.guenette@mat.ulaval.ca</i>
<b>Jean-François Héту</b>	<i>Institut des matériaux industriels Conseil national de recherches du Canada jean-francois.hetu@nrc.ca</i>
<b>Hassan Manouzi</b>	<i>Mathématiques et statistique Université Laval hm@mat.ulaval.ca</i>
<b>Dominique Pelletier</b>	<i>Génie mécanique École Polytechnique de Montréal dominique.pelletier@polymtl.ca</i>
<b>Roger Pierre</b>	<i>Mathématiques et statistique Université Laval rpierre@mat.ulaval.ca</i>
<b>Jean-Loup Robert</b>	<i>Génie civil Université Laval Jean-loup.robert@gci.ulaval.ca</i>
<b>Yves Secretan</b>	<i>INRS-ETE Québec Yves.secretan@ete.inrs.ca</i>
<b>René Therrien</b>	<i>Géologie et génie géologique Université Laval Rene.therrien@ggl.ulaval.ca</i>
<b>José Urquiza</b>	<i>Mathématiques et statistique Université Laval jose.urquiza@mat.ulaval.ca</i>

▪ **CHERCHEURS ASSOCIÉS**

Alain **Cloutier**                      *Sciences du bois et de la forêt*  
*Université Laval*  
*alain.cloutier@sbf.ulaval.ca*

Claire **Deschênes**                *Génie mécanique*  
*Université Laval*  
*cdeschen@gmc.ulaval.ca*

Mohamed **Farhloul**                *Mathématiques et statistique*  
*Université de Moncton*  
*farhlom@umoncton.ca*

▪ **PROFESSIONNELS DE RECHERCHE**

Éric **Chamberland**                *Professionnel de recherche*

- Responsable du développement de MEF++
- Aide aux étudiants
- Adaptation de maillage

Jean **Deteix**                        *Professionnel de recherche*

- Étude du comportement hydro-thermo-mécanique du bois et de composites à base de fibre de bois
- Laminage à chaud et pressage de panneau de composite
- Étude de l'influence de la colle/vernis sur le comportement mécanique du bois
- Sensibilité et optimisation de forme pour des lames de parquets
- Développement et implémentation d'un schéma de résolution pour la viscoélasticité vieillissante, anisotrope et tridimensionnelle pour le bois

Nicolas **Tardieu**                    **EDF - chercheur invité**

- Simulation des problèmes de contact frottant

Cristian **Tibirna**                    *Professionnel de recherche*

- Parallélisme de MEF++
- Aide aux étudiants



▪ **SECRETARIAT, ADMINISTRATION ET COORDINATION**

Sylvie **Lambert**

▪ **STAGIAIRES POSTDOCTORAUX**

Georges **Djoumna**

*Développement d'un outil de modélisation des phénomènes thermo-hydro-mécaniques*

2006-07-01 au 2008-07-11

Directeur : André Fortin

Abderrahman **El maliki**

*Implantation d'une méthode itérative de type hiérarchique pour les problèmes formulations déplacements et mixtes pour les éléments de type P2-P1*

Début du stage : 2007-11-05 (en cours)

Directeur : André Fortin

Pascal **Tremblay**

*Mise en œuvre d'une méthode multi-grilles pour la résolution de problèmes de grande taille*

2008-01-07 au 2009-01-06

▪ **STAGIAIRES 1<sup>er</sup> cycle**

**Belly Denis** 2008-01-01 au 2008-03-31

*Mesures expérimentales des propriétés de fibres MDF*

Directeur: Cloutier, A. Codirecteur: Fortin, A.

**Boiteau Éloïse** 2008-05-05 au 2008-08-22

*Comparaisons de méthodes d'éléments finis pour les problèmes de convection*

Directeur: Fortin, A.

**Wilusz Stanislas** (France) 2008-02-18 au 2008-07-18

*Problèmes de contact frottant sur surfaces courbes*

Directeur: Fortin, A.

ÉTUDIANTS À LA MAÎTRISE

ÉTUDIANTS AU DOCTORAT

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costel <b>Barbuta</b></li> <li>▪ Philippe <b>Bélangier-Vincent</b></li> <li>▪ Denis <b>Belley</b></li> <li>▪ Étienne <b>Bouthiette</b></li> <li>▪ Martin <b>Camirand</b></li> <li>▪ Jérôme <b>Deschamp</b></li> <li>▪ Jean-Frédéric <b>Faure</b></li> <li>▪ Aymen <b>Jendoubi</b></li> <li>▪ Guillaume <b>Lalande</b></li> <li>▪ Nicolas <b>Mariotti</b></li> <li>▪ Vincent <b>Métivier</b></li> <li>▪ Jean-François <b>Morissette</b></li> <li>▪ Mathieu <b>Olivier</b></li> <li>▪ Nicholas <b>Poirier</b></li> <li>▪ Benoît <b>Pouliot</b></li> <li>▪ Marcia <b>Quaquarelli</b></li> <li>▪ Ndeye <b>Thiam</b></li> <li>▪ Bocar Amadou <b>Wane</b></li> <li>▪ Suying <b>Xing</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Katherina <b>Beck</b></li> <li>▪ Anis <b>Ben Amor</b></li> <li>▪ Daniela <b>Blessent</b></li> <li>▪ Richard <b>Bois</b></li> <li>▪ Issifi <b>Boureima</b></li> <li>▪ Michel <b>Dieme</b></li> <li>▪ Ibrahima <b>Dione</b></li> <li>▪ Raul <b>Espinoza Herrera</b></li> <li>▪ Lester Trujillo <b>Gonzalez</b></li> <li>▪ Jean-Frédéric <b>Grandmont</b></li> <li>▪ Steve <b>Julien</b></li> <li>▪ Abdoulaye Sabou <b>Kane</b></li> <li>▪ Zanin <b>Kavazovic</b></li> <li>▪ Thomas <b>Kinsey</b></li> <li>▪ Anne-Marie <b>Leblanc</b></li> <li>▪ Wenhua <b>Liu</b></li> <li>▪ Étienne <b>Non</b></li> <li>▪ Carl <b>Robitaille</b></li> <li>▪ André Guy Tranquille <b>Temgoua</b></li> <li>▪ Yevgen Yuriyovy <b>Tolbatov</b></li> <li>▪ Babacar <b>Tombou</b></li> <li>▪ Edmond Edjrosse <b>Tossou</b></li> <li>▪ Bocar Amadou <b>Wane</b></li> </ul>
---	--

**ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS - MAÎTRISE**

<p><b>Binette, Philippe</b> Génie mécanique 2008-04-30</p> <p align="center"><i>Contrôle actif des déformations induites par un gradient thermique dans une plaque sandwich à l'aide de piézocomposites</i> Directrice: Dano, Marie-Laure Codirecteur: Gendron, Guy</p>	<p><b>Belleville, Benoît</b> Sciences du bois 2008-07-31</p> <p align="center"><i>Rôle de l'interface bois-adhésif dans les lames de plancher d'ingénierie</i> Directeur: Cloutier, Alain Codirecteur: Blanchet, Pierre</p>
<p><b>Bochud, Pascal</b> Génie mécanique 2008-08-31</p> <p align="center"><i>Résolution spatiale non uniforme dans une méthode vortex et optimisation d'un concept de turbine à aile oscillante</i> Directeur: Dumas, Guy</p>	<p><b>Bourque, Jean-Pierre</b> Génie mécanique 2008-08-31</p> <p align="center"><i>Étude des déformations hygromécaniques dans des feuilles de papier multicouches</i> Directrice : Marie-Laure Dano</p>
<p><b>Lefrançois, Julie</b> Génie mécanique 2008-07-31</p> <p align="center"><i>Optimisation du rendement d'une turbine multi-ailes à l'aide d'une méthode lagrangienne par particules vortex</i> Directeur : Dumas, Guy</p>	<p><b>Lemaire, Daniel</b> Géologie et génie géologique 2008-10-31</p> <p align="center"><i>Modélisation numérique de l'écoulement souterrain non saturé dans une croûte argileuse altérée susceptible aux glissements superficiels</i> Directeur: Therrien, René Codirecteur: Caron, Jean</p>
<p><b>Payette, Félix-Antoine</b> Génie mécanique 2008-06-30</p> <p align="center"><i>Simulation de l'écoulement turbulent dans les aspirateurs de turbines hydrauliques : impact des paramètres de modélisation</i> Directeur : Dumas, Guy</p>	<p><b>Wane, Bocar Amadou</b> Mathématiques et statistique 2008-10-31</p> <p align="center"><i>Discrétisation par éléments finis des équations de Saint-Venant linéaires</i> Directeur : Guénette, Robert</p>

ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS - DOCTORAT

<p><b>Xing, Suying</b> Sciences du bois 2008-12-31</p> <p><i>Développement d'une stratégie de séchage pour le 2X2 d'épinette noire destiné à des produits d'ingénierie</i> Directeur : Yves Fortin</p>	<p><b>Ngueho Yemele, Martin Claude</b> Sciences du bois 2008-03-31</p> <p><i>Développement de panneaux de particules à base d'écorce d'épinette noire et de peuplier faux-tremble</i> Directeur: Cloutier, Alain Codirecteurs: Blanchet, P., Koubaa, A.</p>
<p><b>Chang, Philippe</b> Génie civil 2008-10-31</p> <p><i>Modélisation des écoulements turbulents à surface libre par éléments finis de frontière</i> Directeur : Robert, Jean-Loup</p>	

## ▪ LES PROJETS EN COURS

### **Projet ACE**

Chercheur responsable : *André Garon*

Chercheurs : *M. Delfour (U. Montréal), A. Fortin, Y. Bourgault (U. d'Ottawa), Y. Bellahamadia (U. Alberta), Marc Thiriet (INRIA)*

Le groupe ACE (Aérosol-Cœur-Endoprothèse) s'intéresse à la modélisation numérique dans le domaine biomédical et est supporté financièrement par l'INRIA (France) pour favoriser les collaborations avec des chercheurs canadiens. Les recherches s'articulent autour du développement de méthodes mathématiques pour l'approximation et la résolution des équations de la biomécanique et plus particulièrement des écoulements fluides à l'intérieur du corps humain. Ces outils ont pour double rôle de reproduire les phénomènes physiques à l'origine des pathologies circulatoires et d'identifier des méthodes pour les corriger. Certaines applications concernent en fait le développement et la conception optimale de dispositifs implantés: prothèse endovasculaire, pompe d'assistance ventriculaire, cryochirurgie, etc.) . En particulier mentionnons les travaux suivants:

(1) Développement d'un modèle asymptotique de la dispersion des macromolécules d'un stent dans la paroi artérielle (Delfour). Il s'agit ici de l'identification du second terme de l'expansion. Des travaux antérieurs ont été publiés dans la revue SIAM (Delfour, Longo, Garon) en 2004.

(2) Développement d'un modèle pour l'écoulement en milieux poreux (parois artérielles) (Urquiza, Garon, Delfour, N'Dri).

(3) Étude d'une formulation des équations de Navier-Stokes stabilisés (N'Dri, Urquiza, Garon, Delfour).

(4) Étude des formulations Galerkin-Discontinue appliquées à la discrétisation des équations de transport hyperbolique pour la prédiction de la lyse des érythrocytes dans les dispositifs médicaux. (Lacasse, Garon, Pelletier et Bourgault).

(5) Étude d'une formulation asymptotiquement exacte de la lyse des érythrocytes (Garon, Farinas).

(6) Prédiction des fronts de gel-dégel lors de cryochirurgie (Fortin A.), (Bellahamadia).

### **Conception à l'aide de la méthode des éléments finis de panneaux agglomérés (meubles et cabinets) stables en dimensions incluant la finition non balancée**

Chercheurs : *Alain Cloutier, Robert Beauregard, André Fortin et Jean Deteix*

Les domaines d'utilisation des panneaux composites à base de bois s'orientent de plus en plus vers des applications structurales techniques. Cette reconquête implique le développement d'outils prévisionnels performants permettant une plus grande maîtrise du comportement hygro-mécanique de ces matériaux. Pour des raisons économiques ou

esthétiques, on remarque une tendance dans l'industrie qui consiste à appliquer des revêtements de qualité différente sur les deux faces du panneau. Ces pratiques entraînent une distribution de teneur en humidité et de contrainte non uniforme dans l'épaisseur du panneau, pouvant engendrer des déformations. Il s'agit de caractériser le gauchissement des panneaux de fibres et de particules, finis et asymétriques, tout en définissant les conditions et les limites d'utilisation des divers produits de finition dans le but d'avoir un produit final le plus équilibré possible.

L'étude comporte à la fois un aspect expérimental et un aspect modélisation par éléments finis. On doit donc établir un modèle approprié; déterminer les propriétés physiques et mécaniques des composites et des finitions de revêtements relatives au transfert d'humidité, au retrait/gonflement et aux déformations; procéder à la résolution du modèle par éléments finis et, finalement, valider les résultats du modèle en les comparant à des résultats expérimentaux.

### **Projet MEF++**

Chercheurs : *André Fortin, Éric Chamberland, José Urquiza, Cristian Tibirna et Jean Deteix*

MEF++ est le logiciel d'éléments finis développé par plusieurs membres du GIREF et qui a un effet structurant sur les activités du groupe. On y développe maintenant la méthodologie numérique qui se retrouvera dans les logiciels commerciaux de demain. C'est à la fois un outil de recherche fondamentale en analyse numérique et un logiciel d'applications industrielles. On peut l'utiliser pour la résolution de problèmes en mécanique des fluides, en mécanique des solides, en transfert de chaleur, pour des problèmes fortement couplés, non stationnaires etc. Il permet aux chercheurs d'accélérer leurs développements en partageant de l'information et de la méthodologie avec les autres membres.

Au cours de la dernière année, de nombreux ajouts ont été apportés à MEF++. Une amélioration notable a été achevée pour l'analyse des expressions algébriques ainsi que l'ajout de "tableaux". MEF++ supporte maintenant le nouveau compilateur GCC 4. Un ajout important a été fait d'une classe gérant les résolutions de problèmes en Mécanique des solides, issue des besoins créés par le projet Michelin. Une amélioration importante aux algorithmes de projection pour le contact a été faite.

L'ajout de tests de validation automatiques du code en parallèle nous permet maintenant de valider cette fonctionnalité quotidiennement. L'ajout d'un algorithme de line search nous permet désormais une plus grande robustesse pour la convergence des calculs. Un ajout de 2 nouveaux types de géométrie: analytique et basée sur un champ géométrique, étend les possibilités d'utilisation du code, notamment dans le cadre du contact. L'ajout de la possibilité de gérer un inconnu global nous permet de facilement définir de nouveaux types de problèmes. Il y a eu un effort de stabilisation des résultats de contact multi-architecture. La finalisation et validation de la parallélisation du code de contact nous permet aujourd'hui de résoudre ces problèmes même en parallèle.

L'ajout du support de la nouvelle version de Petsc, soit 2.3.2 nous ouvre la porte à de nouveaux solveurs. Un important ménage dans les champs, ainsi qu'une amélioration aux écritures en parallèle des champs (généralisation) nous font faire un pas de plus vers les champs template.

### **Modélisation du comportement en service des lames de plancher d'ingénierie à base de bois**

Chercheurs : *Alain Cloutier, Pierre Blanchet, André Fortin, Jean Deteix*

Étudiant à la maîtrise : *Benoit Belleville*

Les lames de plancher d'ingénierie à base de bois sont constituées généralement de deux à trois couches de bois de propriétés et d'orientation différentes. La déformation de ces lames de plancher lors des changements de saison doit être contrôlée. L'objectif de ce projet est donc de modéliser la déformation des lames de plancher d'ingénierie suite à des variations d'humidité relative de l'air ambiant. Les propriétés physico-mécaniques de chaque couche du composite doivent être déterminées, incluant les adhésifs utilisés pour coller les couches. Le modèle développé permet de calculer la teneur en humidité et les déformations du composites suite à des changements d'humidité relative de l'air ambiant.

### **Modélisation du contact en grandes déformations**

Chercheurs : *André Fortin, Michel Fortin, Éric Chamberland, Robert Guénette et Cristian Tibirna*

Partenaire industriel : *Michelin*

Étudiants au doctorat : *Carl Robitaille, Richard Bois et Ibrahima Dione*

Étudiants à la maîtrise : *Benoît Pouliot et Aymen Jendoubi*

Dans le cadre de ce projet, plusieurs éléments tétraédriques ont été développés pour la modélisation des matériaux hyper-élastiques. Les analyses de convergence montrent clairement la pertinence de ces éléments et brisent le mythe voulant que les éléments tétraédriques soient moins précis que les éléments hexaédriques en mécanique des solides.

La modélisation du contact pneu-route (déformable - non déformable) et du contact pneu-pneu (déformable-déformable) est d'une importance capitale pour la conception de nouveaux pneus.

Les algorithmes classiques sont peu précis et peu performants. L'objectif principal est ici le développement de méthodologie originale permettant de modéliser le contact frottant avec une plus grande précision.

## **Modélisation du pressage à chaud des panneaux de fibres de bois**

Chercheurs : *André Fortin, Alain Cloutier, Jean Deteix*

Étudiant au doctorat : *Zanin Kavazovic*

La fabrication des panneaux de fibres de bois implique un pressage à chaud permettant de densifier le matériel et de polymériser les liants thermodurcissables utilisés. Ce procédé implique des transferts de chaleur et de masse ainsi que le développement d'un profil de densité dans le panneau produit. La modélisation de ce procédé permet d'en optimiser les paramètres dans le but de fabriquer des panneaux ayant les propriétés recherchées.

On peut ensuite en déduire les déformations engendrées par les gradients de teneur en humidité et de température dans la pièce qui ont un impact majeur sur la qualité et la valeur des bois séchés. On s'attaque maintenant à la modélisation du séchage d'une pile de planches de bois, problème plus proche du procédé de séchage industriel. De plus, un projet est en cours sur la modélisation des poutrelles composites en « I » dans le but d'optimiser la géométrie des composantes.



▪ **SÉMINAIRES**

**2008-12-19/Pascal Tremblay**

Stagiaire postdoctoral au GIREF

*Préconditionneur multigrille hybride géométrique-algébrique avec déraffinement de maillage par contraction d'arêtes*

**2008-12-12 / 2008-12-04 Tahar Boulmezaoud**

Université de Versailles

- *Champs de Beltrami : théorie, approximation et applications à la physique solaire*

- *Éléments finis inversés : une nouvelle méthode numérique pour les domaines non-bornés*

**2008-11-27/Hassan Manouzi**

Département de mathématiques et de statistique

*Approximation numérique des EDP stochastiques*

**2008-05-30/Éric Chamberland**

Professionnel de recherche au GIREF

*Solutions manufactures et performances des discrétisations éléments finis en grandes déformations avec matériaux hyper-élastiques*

**2008-05-16/Jean Deteix**

Professionnel de recherche au GIREF

*Utilisation d'une méthode de type SIMP-anisotrope pour l'optimisation de la forme de la semelle d'une lame de parquet*

**2008-04-25/Dominique Pelletier**

École Polytechnique

*Développements récents en simulation et analyse d'écoulement complexes*

**2008-04-18/Jérôme Vetel**

École Polytechnique

*Analyse expérimentale de quelques écoulements fortement intermittents et défis numériques associés*

**2008-03-07/André Garon**

École Polytechnique

*Modélisation de la lyse des érythrocytes*

**2008-02-29/Georges Djoumna**

Stagiaire postdoctoral au GIREF

*Modélisation du comportement viscoélastique linéaire vieillissant du bois*

**2008-02-08/Michel Delfour**

CRM – Département de mathématiques et de statistique

*Représentation et régularité minimale de la surface moyenne en théorie des coques*

▪ REVUES AVEC COMITÉ DE LECTURE

1. Belleville, B., Blanchet, P., Cloutier, A., Deteix, J., 2008. Wood-adhesive interface characterization and modeling in engineered wood flooring, *Wood and Fiber Sciences*, 40 (4), 484-494.
2. Blanchet, P., Cloutier, A., Riedl, B., 2008. Bark particleboard : pressing time, particle geometry and melamine overlay. *Forestry Chronicle*, 84 (2), 244-250.
3. Bouafif, H., Koubaa, A., Perré, P., Cloutier, A., Riedl, B., 2008. Analysis of Among-Species Variability in Wood Fiber Surface using Drifts and XPS : Effects on Esterification Efficiency. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 28 (4), 296-315.
4. Cloutier, V, R Lefebvre, R Therrien, MM Savard, 2008. Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system, *Journal of Hydrology*, 353(3-4), 294-313. (RMMA)
5. Dano, M.L., Gakwaya, M., Jullière, B., 2008. Compensation of thermally-induced distortion in composite structures using Macro Fiber Composites, *Journal of Intelligent Material System and Structures*, 19(2), 225-233.
6. Deteix, J., Blanchet, P., Fortin, A., Cloutier, A., January 2008. Finite element modeling of laminate wood composites hygromechanical behavior considering diffusion effects in the adhesive layers, *Wood and Fiber Science*, 40 (1), 132-143.
7. Espinoza Herrera, R., Cloutier, A., 2008. Compatibility of four Eastern Canadian woods with gypsum and gypsum-cement binders by isothermal calorimetry, *Maderas. Ciencia y tecnologia.*, 10 (3), 275-288.
8. Garcia, R.A., Riedl, B., Cloutier, A., 2008. Chemical modification and wetting of MDF panels produced from heat-treated fibres. *J. Mat. Sci.* 43, 5037-5044.
9. Giroud, G., Cloutier, A., Alteyrac, J., 2008. Occurrence, proportion and vertical distribution of red heartwood in paper birch. *Can. J. For. Res.*, 38 (7), 1996-2002.
10. Graf T, R Therrien, 2008. A method to discretize non-planar fractures for 3D subsurface flow and transport simulations, *Int. Jour. for Num. Meth. in Fluids*, 56 (11), 2069-2090.
11. Guénette, Fortin, A., Kane, A., Héту, J.-F., 2008. An adaptive remeshing strategy for viscoelastic fluid flow simulations. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 153(1), 34-45.
12. Leandro Zuniga, L., Ananias, R.A., Cloutier, A., Diaz-Vaz, J.E., Bermedo, M., Sanhueza, R., Lasserre, J.-P., 2008. Estudio preliminar de las grietas internas dentro de los anillos de Madera inicial y su relacion con algunas características de la estructura anatomica y la densidad en *Eucalyptus nitens*. *Interciencia*, 33 (11), 829-834.
13. Ngueho Yemele, M.-C., Cloutier, A., Diouf, P.N., Koubaa, A., Blanchet, P., Stevanovic, T., 2008. Physical and mechanical properties of particleboard made from extracted black spruce and trembling aspen bark. *Forest Prod. J.*, 58(10), 38-46.
14. Ngueho Yemele, M.C., Blanchet, P., Cloutier, A., Koubaa, A. 2008. Effects of bark content and particle geometry on the physical and mechanical properties of particle board made from black spruce and trembling aspen bark. *Forest Prod. J.*, 58 (11), 48-56.
15. Ngueho-Yemele, M.-C., Koubaa, A., Diouf, P.N., Blanchet, P., Cloutier, A., Stevanovic, T., 2008. Effects of hot water treatment of black spruce and trembling aspen bark raw material on the physical and mechanical properties of bark particleboard. *Wood Fiber Sci.* 40 (3), 339-351.
16. Raymond J, R Therrien, 2008. Low-temperature geothermal potential of the flooded Gaspé Mines, Québec, Canada, *Geothermics*, 37(2), 189-210. (NSERC)

17. Tardieu, N., Youbissi, F., É. Chamberland, É., 2008. Un algorithme de gradient conjugué projeté préconditionné pour la résolution de problèmes unilatéraux. *Comptes Rendus Mécanique*, 336 (11-12), 840-845.
18. Villemure, C., Gosselin, L., Gendron, G., 2008. Minimizing Hot Spot Temperature of Porous Stackings in Natural Convection, accepted for publication in *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Elsevier.
19. Weatherill D, T Graf, CT Simmons, PG Cook, R Therrien, D Reynolds, 2008. Discretising the fracture-matrix interface to simulate solute transport, *Ground Water*, 46, (4), 606-615.

▪ **CONFERENCES AVEC ARBITRAGE ET ACTES DE COLLOQUES**

1. ben Abdelghani, F., R. Simon, M. Aubertin, R. Therrien, J. Molson, 2008. *Modelling water flow and transport of contaminants from mine wastes stored in open pits within fractured rock*, 61th Annual CGS Conference, Edmonton.
2. Raymond, J., R. Therrien, F. Hassani, 2008. *Overview of geothermal energy resources in Canadian mining environments*, 10th Int. Mine Water Association Congress, Karlovy Very, June 2008.
3. Blessent, D., R. Therrien, 2008. *A new approach for hydrogeological modeling in discretely-fractured media: from 3D geological representation to numerical simulations*, Computational Method in Water Resources XVII International Conference, San Francisco, July 2008.
4. Blessent, D., L. Hashemi Beni, R. Therrien, 2008. *3D Modelling for hydrogeological simulations in fractured geological media*, Paper, The 19th IASTED International Conference on Modelling and Simulation, Québec City, May.
5. Boffi, D., Brezzi, F., Demkowicz, L.F., Duran, R.G., Falk, R.S. Fortin, M., 2008. *Mixed finite elements compatibility conditions, and applications*, volume 1939 of Lecture notes in mathematics. Springer.
6. Hashemi Beni, L, D. Blessent, M.A. Mostafavi, R. Therrien, 2008. *A 3D Free-Lagrangian method to simulate three-dimensional groundwater flow and mass transport*, Paper, The 19th IASTED International Conference on Modelling and Simulation, Québec City, May 2008.
7. Deteix, J., 51th Annual Convention of the Society of Wood Science and Technology, *A Three-Dimensional Anisotropic Viscoelastic Maxwell Model for Aging Wood Composite*, Concepcion,Chili, Présentation d'un poster, Novembre 2008.
8. Deteix, J., 51th Annual Convention of the Society of Wood Science and Technology, présentation d'un poster, *Optimization of a flooring strip*, Concepcion, Chili, Présentation d'un poster, Novembre 2008.
9. Kavazovic, Z., 51th Annual Convention of the Society of Wood Science and Technology, Concepcion, Chili, Présentation orale, Novembre 2008, Prix :Troisième place au concours des présentations\_étudiantes.
10. Kavazovic, Z., 4th International Conference on Advanced Engineered Wood& Hybrid Composites, Bar Harbor, Maine (USA). Présentation orale, Juillet 2008.
11. Deteix, J., 4th International Conference on Advanced Engineered Wood& Hybrid Composites, *Minimizing the Weight of a Flooring Strip : A Shape Optimization Approach*, Bar Harbor, Maine (USA). Présentation orale, Juillet 2008.

12. Djoumna, G., 4th International Conference on Advanced Engineered Wood & Hybrid Composites, Bar Harbor, Maine (USA). Présentation orale, Juillet 2008.
13. Kavazovic, Z. , 76ième Congrès de l'ACFAS, Québec, Présentation orale, Mai 2008
14. Métivier V. & Dumas G. (2008), *Simulations of self-excited pitch oscillations of a NACA 0012 in the transitional Reynolds number regime*, Mechanical Engineering Research Seminar Series, Mech. Eng. Dept., Royal Military College, Kingston, ON, Oct. 30.
15. Payette F.A., De Hénau V., Dumas G., Sabourin M. (2008): *Sensitivity of Draft Tube Flow Prediction to Boundary Conditions*, IAHR – 24th Symp. on Hydraulic Machinery and Systems, Brazil, Paper #, 10 pp., Oct. 2008.