

Groupe
interdisciplinaire de
recherche en
éléments
finis



Rapport annuel d'activité

2004-2005



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie



Nos coordonnées

Faculté des sciences et de génie
Pavillon Adrien-Pouliot, local 2987
Université Laval
Québec (Québec)
Canada G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-2209
Télécopieur : (418) 656-3404

giref@giref.ulaval.ca
www.giref.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	2
LE REGROUPEMENT	
Historique	3
Thématique de recherche	3
Programmation de recherche	3
Infrastructure	4
LES MEMBRES DU GIREF	
Chercheurs réguliers	5
Chercheurs associés	12
Personnel administratif et professionnel	14
Stagiaires postdoctoraux	16
Étudiants au doctorat	17
Étudiants à la maîtrise	24
Stagiaires	28
LES ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS	
Maîtrise	30
Doctorat	32
LES PROJETS EN COURS	33
LES ACTIVITÉS	
Séminaires	43
LES PUBLICATIONS	
Revue avec comité de lecture	47
Conférences avec arbitrage et actes de colloque	50

AVANT-PROPOS

Le GIREF regroupe une bonne partie des forces vives dans le domaine de la modélisation numérique et du calcul scientifique au Québec. Ses quelque 25 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 la dernière année, les différents projets subventionnés se sont poursuivis alors que de nouveaux projets ont démarré.

Le développement du logiciel MEF++, fer de lance des développements informatiques au GIREF s'est poursuivi. Plusieurs étudiants peuvent ainsi profiter d'une plate-forme de travail extrêmement performante et échanger facilement de la méthodologie numérique. L'adaptation de maillage continue d'être une part importante des développements dans MEF++. Au cours de l'année 2004-2005, plusieurs publications scientifiques ont démontré l'importance et l'efficacité des approches développées dans MEF++, notamment dans le domaine de la cryochirurgie, des problèmes de mélange, des écoulements de fluides newtoniens et non newtoniens, du séchage, etc.

La collaboration avec la Société française de pneumatiques Michelin s'est poursuivie pour la modélisation des problèmes de contact en grandes déformations. M. Éric Chamberland, professionnel de recherche au GIREF, était assigné à plein temps à ce projet et était responsable de la mise en œuvre informatique dans le logiciel MEF++.

MM. Alain Cloutier et Y. Fortin du Centre de recherche sur le bois (Faculté de Foresterie), Pierre Blanchet de Forintek ainsi qu'André Fortin du Département de mathématiques et de statistique ont mis sur pied un groupe de travail sur le séchage du bois. M. Jean Deteix, chercheur postdoctoral était responsable du développement des méthodes numériques et de leur implémentation dans MEF++.

Les travaux du professeur Daniel Le Roux du Département de mathématiques et de statistique sur la modélisation numérique de l'estuaire du fleuve Sénégal et de ses différents bassins afférents en partenariat avec l'Université Gaston Berger à Saint-Louis se sont poursuivis. Cinq étudiants au doctorat sous la direction de M. Le Roux, dont quatre boursiers de l'AUF, ont amorcé un séjour de 6 mois à l'Université Laval dans le cadre de ce projet.

Les domaines de recherche couvrent maintenant la mécanique des fluides et des solides, les applications en sciences du bois, les modèles océaniques, les problèmes de surfaces libres en hydrologie, la modélisation des guides d'ondes en optique, les bio-fluides, la mise en forme des polymères, le transport de contaminants en milieux poreux, etc. Les activités scientifiques des membres du GIREF continuent de se diversifier, ce qui illustre l'importance de la modélisation numérique et du calcul scientifique au Québec et en particulier à l'Université laval.

*André Fortin
Directeur*

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.

Officiellement reconnu par l'Université Laval comme centre de recherche en 1995, le GIREF compte environ 28 chercheurs dont 17 de l'Université Laval, mais également de l'Université de Montréal, de l'Université McGill, de l'Université du Québec en Outaouais, à Trois-Rivières et de l'INRS-ETE. Ajoutons à cela des chercheurs provenant du milieu industriel, de laboratoires gouvernementaux et aussi de l'extérieur du Québec.

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;

Programmation de recherche *(suite)*

- 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, d'un technicien informatique et 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 Adrien-Pouliot 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. L'équipement le plus important est un ordinateur parallèle de 32 processeurs, obtenu grâce à une subvention de la FCI dans le cadre du projet CLUMEQ. Au cours des dernières années, notre laboratoire a facilité le travail d'un grand nombre d'étudiants de tous les cycles.

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers

Alain **Charbonneau**

*Informatique et ingénierie
Université du Québec en Outaouais
alain.charbonneau@uqo.ca*

Intérêts de recherche

- Simulation numérique de guides optiques
- Méthodes numériques

Alain **Cloutier**

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

Intérêts de recherche

- Modélisation du gauchissement hygromécanique des composites laminés à base de bois
- Modélisation du pressage à chaud des panneaux de fibres de bois
- Modélisation du séchage du bois

Marie-Laure **Dano**

*Génie mécanique
Université Laval
mldano@gmc.ulaval.ca*

Intérêts de recherche

- Comportement mécanique des matériaux et structures composites
- Stabilité dimensionnelle des structures
- Matériaux et structures intelligents
- Modélisation des structures composites

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

Michel **Delfour**

*Mathématiques et statistique
CRM
Université de Montréal
delfour@crm.umontreal.ca*

Intérêts de recherche

- Optimisation de forme (stents)
- Design et contrôle
- Modélisation des coques

Guy **Dumas**

*Génie mécanique
Université Laval
guy.dumas@gmc.ulaval.ca*

Intérêts de recherche

- Simulation directe (DNS)
- Stabilité hydrodynamique
- Génie aérospatial, aéronautique et automobile
- Modélisation de la turbulence

Marie-Isabelle **Farinas**

*Génie mécanique
École Polytechnique de Montréal
marie-isabelle.farina@polymtl.ca*

Intérêts de recherche

- Mécanique des fluides
- Éléments finis
- Optimisation
- Transfert de chaleur
- Biofluides

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

André Fortin
Directeur

Mathématiques et statistique
Université Laval
andre.fortin@giref.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Modélisation numérique
- Fluides non newtoniens
- Calcul de surfaces libres
- Adaptation de maillages

Michel Fortin

Mathématiques et statistique
Université Laval
mfortin@mat.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Calcul parallèle pour problèmes de contact
- Maillage adaptatif
- Méthodes de Lagrangien augmenté
- Méthodes mixtes

Yves Fortin

Sciences du bois et de la forêt
Université Laval
yves.fortin@sbf.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Modèle hygro-thermo-mécanique pour le bois
- Modélisation numérique du séchage du bois
- Mesures expérimentales

Vincent François

Génie mécanique
Université du Québec à Trois-Rivières
francois@uqtr.ca

Intérêts de recherche

- Mécanique des milieux continus
- Modélisation et simulation

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

Augustin **Gakwaya**

Génie mécanique
Université Laval
agakwaya@gmc.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Systèmes virtuels de fabrication avancée et intégrité structurale de véhicules volants
- Modélisation avancée des structures composites aérospatiales soumises à des impacts ballistiques
- Modélisation du comportement chemothromomécanique de produits carboné et de la glace atmosphérique
- Méthode sans maillages et formulation SPH (impact et interaction fluide-structure)

Martin **Gander**

Mathématiques et statistique
Université McGill
mgander@math.mcgill.ca

Intérêts de recherche

- Décomposition de domaines (Méth. de Schwartz)
- Méthodes itératives
- Préconditionneurs

André **Garon**
Directeur adjoint

Génie mécanique
École Polytechnique de Montréal
andre.garon@meca.polymtl.ca

Intérêts de recherche

- Méthodes d'éléments finis
- Turbines hydrauliques
- Turbulence
- Mécanique des fluides (modélisation, simulation)
- Thermohydraulique

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

Guy **Gendron**

Génie mécanique
Université Laval
guy.gendron@gmc.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Modélisation des structures faites de matériaux composites
- Modélisation des pièces minces
- Modélisation du gauchissement des pièces stratifiées soumises à un gradient d'humidité

Robert **Guénette**

Mathématiques et statistique
Université Laval
robert.guenette@mat.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Méthodes numériques en mécanique des fluides non newtoniens
- Modèles rhéologiques
- Formulation hamiltonienne
- Problèmes de contact

Daniel **Le Roux**

Mathématiques et statistique
Université Laval
dleroux@mat.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles
 - Méthode des éléments finis et spectraux
 - Méthode semi-lagrangienne
- Modélisation océanique et climatique

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

Dominique **Pelletier**

*Génie mécanique
École Polytechnique de Montréal
dominique.pelletier@polymtl.ca*

Intérêts de recherche

- Écoulements turbulents
- Calcul de sensibilité
- Maillage adaptatif et estimation d'erreurs

Roger **Pierre**

*Mathématiques et statistique
Université Laval
rpierre@mat.ulaval.ca*

Intérêt de recherche

- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles
- Modélisation numérique des guides d'ondes

Jean-Loup **Robert**

*Génie civil
Université Laval
Jean-loup.robert@gci.ulaval.ca*

Intérêts de recherche

- Modélisation des écoulements à surface libre
- Modélisation des phénomènes de transport par diffusion et convection

Yves **Secretan**

*INRS-Eau
Québec
yves_secretan@inrs-eau.quebec.ca*

Intérêts de recherche

- Modèle numérique de terrain
- Modélisation des risques d'inondation
- Modèles hydrauliques et de qualité de l'eau

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs réguliers (*suite*)

René **Therrien**

*Géologie et génie géologique
Université Laval
Rene.therrien@ggl.ulaval.ca*

Intérêts de recherche

- Écoulements en milieux poreux
- Transport de contaminants
- Équations de réaction-diffusion

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs associés

Josée **Bastien**

Génie civil
Université Laval
josee.bastien@gci.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Structures en béton
- Structure, propriétés et essais des matériaux

Yves **Bourgault**

Mathématiques et statistique
Université d'Ottawa
ybourg@mathstat.uottawa.ca

Intérêts de recherche

- Mécanique des fluides numérique
- Méthodes numériques
- Modélisation mathématique
- Mécanique des milieux continus

Claire **Deschênes**

Génie mécanique
Université Laval
cdeschen@gmc.ulaval.ca

Intérêt de recherche

- Recherche et développement sur les turbines hydrauliques
- Écoulements dans les turbines hydrauliques
- Modélisation de la turbulence

Mario **Fafard**

Génie civil
Université Laval
mfafard@gci.ulaval.ca

LES MEMBRES DU GIREF

❖ Chercheurs associés (*suite*)

Mario **Fafard**

Intérêts de recherche (suite)

- Modélisation du préchauffage cuve Hall-Hérault
- Modélisation et expérimentation migration espèces chimiques dans le carbone
- Contact multi-physique
- Méthode des éléments finis stochastiques

Mohamed **Farhloul**

Mathématiques et statistique
Université de Moncton
farhlom@umoncton.ca

Intérêts de recherche

- Méthodes d'éléments finis mixtes
- Singularités et raffinement de maillages
- Fluides non newtoniens

Jean-Jacques **Gervais**

Mathématiques et statistique
Université Laval
Jean-Jacques.Gervais@mat.ulaval.ca

Intérêts de recherche

- Théorie des singularités
- Application à la théorie de la bifurcation

Jean-François **Hétu**

Institut des matériaux industriels
Conseil national de recherches du Canada
jean-francois.hetu@nrc.ca

Intérêts de recherche

- Modélisation de la mise en forme des polymères
- Calcul scientifique et parallélisme

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Personnel administratif et professionnel

Éric **Chamberland**

Professionnel de recherche

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

PLT - 2978

eric.chamberland@giref.ulaval.ca

Kokou **Dossou**

Professionnel de recherche

- Programmation d'éléments d'arêtes en électromagnétisme

PLT-2988

kdossou@giref.ulaval.ca

Étienne **Lafrenière**

Responsable réseau

- Achat et installation de matériels et logiciels
- Sécurité informatique
- Gestion du réseau

PLT -2990

elafreni@giref.ulaval.ca

Sylvie **Lambert**

Agente de secrétariat

- Convocation et organisation des réunions
- Conception et rédaction de documents administratifs
- Planification et organisation matérielle (congrès, voyages, etc.)
- Suivi et mise à jour des dossiers et des échéanciers relatifs à la gestion du budget, du personnel, des achats, etc.
- Autres tâches connexes

PLT -2987

sylvie.lambert@giref.ulaval.ca

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Personnel administratif et professionnel (*suite*)

Carl **Robitaille**

Professionnel de recherche

- Problème de contact pour le projet PIGE_ISP
- Parallélisme

robitail@giref.ulaval.ca

Nicolas **Tardieu**

Professionnel de recherche

- Développement d'algorithmes de contact frottants

PLT – 2978

ntardieu@giref.ulaval.ca

Cristian **Tibirna**

Professionnel de recherche

- Parallélisme de MEF++
- Responsable du beowulf
- Aide aux étudiants

PLT-2988

ctibirna@giref.ulaval.ca

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Stagiaires postdoctoraux

Bruchon, Julien *Méthodes adaptative en mise en forme des polymères*

Directeur : André Fortin

Deteix, Jean *Optimisation de coques composites*

Directeur : Alain Cloutier

Codirecteurs : Guy Gendron, André Fortin

Gabbouhy, Mostafa *Étude d'un modèle de Saint-Venant 3D avec couplage de la convection thermique et adaptation de maillage*

Directeur : Daniel Le Roux

Codirecteur : Jean-Loup Robert

Laayouni, Lahcen *Domain Decomposition Methods in improved precipitation forecast*

Directeur: Martin Gander

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat

- Achim, Alexis** *Effets de l'éclaircie sur la résistance au chablis et la qualité du bois en sapinière*
- Directeur : Jean-Claude Ruel
Codirecteurs : Alain Cloutier, Barry A. Gardiner
- Alteyrac, Jérôme** *Impact de la densité de peuplement sur la qualité du bois d'épinette noire*
- Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : S.Y. Tony Zhang
- Barbosa da Cruz, Antônio** **Guilherme** *Directrice : Claire Deschênes
Codirecteur : Andre Louiz Amarente Mesquita*
- Belhamadia, Youssef** *Modélisation mathématique et simulation numérique de problèmes de changement de phase avec applications à la cryochirurgie*
- Directeur : André Fortin
- Ben Amor, Anis** *Stabilité dimensionnelle des panneaux composites à base de bois*
- Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : Robert Beauregard
- Ben Ismaïl, Anīs** *Modélisation numérique du procédé de poinçonnage-corrélation entre l'état du matériau et ses propriétés magnétiques*
- Directeurs : Mario Fafard/Mohamed Rachik*

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- Benmoussa, Khalid** *Écoulements à surfaces libres*
Directeur : André Fortin
- Blanchet, Pierre** *Caractérisation du comportement des lames de plancher d'ingénierie*
Directeur : Alain Cloutier
Codirecteurs : Guy Gendron, Robert Beauregard
- Blanco, Claudio** *Méthodologie d'implantation de microturbines dans le bassin amazonien dans une perspective de développement durable*
Directeur : Yves Secretan
- Bochud, Christiane** *Modélisation de l'écoulement et transport dans un champ filonien*
Directeur : Georges Beaudoin
Codirecteur : René Therrien
- Brahmi, Ahcène** *Méthodes d'éléments finis mixtes raffinées pour les équations de Boussinesq*
Directeur : Hassan Manouzi
Codirecteur : Mohamed Farhloul
- Brisson, Pierre-Yves** *Caractérisation chimio-mécanique du carbone sous électrolyse*
Directeur : G. Soucy
Codirecteur : Mario Fafard

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- Chang, Philippe** *Modélisation hydraulique en éléments finis*
Directeur : Jean-Loup Robert
- D'Amours, Guillaume** *Développement de lois constitutives thermomécaniques pour les matériaux à base de carbone lors du préchauffage d'une cuve d'électrolyse*
Directeur : Augustin Gakwaya
Codirecteur : Amir Mirchi
- Darehshiri, Javad** *Structuration des données pour la modélisation de la contamination des nappes en régions agricoles*
Directeur : Robert Lagacé
Codirecteur : René Therrien
- Diouf, Coly Waya** *Modélisation intégrée de l'écoulement en nappe libre et transport de nitrates dans la région de Portneuf*
Directeur : René Therrien
- Djournna, Georges** *Modélisation des équations de Saint-Venant par des méthodes d'éléments finis*
Directeur : Roger Pierre
Codirecteur : Daniel Le Roux
- El Maliki, Abderrahman** *Méthodes itératives de type Kaylov*
Directeur : Robert Guénette
Codirecteur : Michel Fortin
- Espinoza Herrera, Raul** *Fabrication des panneaux bois-matériau inorganique*
Directeur : Alain Cloutier

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- Garcia, Rosilei A.** *Amélioration de la stabilité dimensionnelle des panneaux MDF par traitements physico-chimiques*
- Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : Bernard Riedl
- Goulet, Patrice** *Modélisation du comportement thermo-électro-mécanique des interfaces de contact d'une cuve de Hall-Hérault*
- Directeur : René Lacroix
Codirecteurs : Mario Fafard, Jean Perron
- Graf, Thomas** *Modélisation numérique de l'écoulement de fluides et transport de masse avec effets de densité dans les milieux fracturés*
- Directeur : René Therrien
- Hammoud, Rabah** *Modélisation du béton réfractaire utilisé dans les cuves de type Hall-Hérault*
- Directeur : Mario Fafard
- Jedidi, Rym** *Sur l'effet de la courbure dans les guides d'ondes planaires*
- Directeur : Roger Pierre
- Julien, Steve**
Boursier FQRNT *Simulation de la turbulence*
- Directeur : Guy Dumas
Codirecteur : André Fortin
- Kane, Abdoulaye Sadou** *Analyse des instabilités dans les écoulements non newtoniens tridimensionnels*
- Directeur : Roger Pierre

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- Kavazovic, Zanin** *Méthodes de décomposition de domaines*
Directeur : Robert Guénette
- Leblanc, Anne-Marie** *Mesure et modélisation numérique du transfert de chaleur dans le pergélisol*
Directeur : Richard Fortin
Codirecteur : René Therrien
- Mohammadian, Abdolmajid** *Modélisation de l'écoulement du fleuve Sénégal : Estuaire, modèle de sédimentation*
Directeur : Le Roux
- Moutee, Mohssine** *Modélisation du fluage dans le bois*
Directeur : Yves Fortin
Codirecteur : Mario Fafard
- Nabbhani, Messaoud** *Simulation par éléments finis des phénomènes hygro-thermo-mécaniques dans le bois lors du séchage à moyenne et à haute température*
Directeur : Yves Fortin
Codirecteur : Guy Gendron
- Ngueho Yemele, Martin Claude** *Fabrication de panneaux de particules à base d'écorce*
Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : Pierre Blanchet
- Non, Étienne** *Méthodes numériques de continuation des solutions périodiques*
Directeur : Roger Pierre
Codirecteur : Jean-Jacques Gervais

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- | | |
|-----------------------------|--|
| Picard, Donald | <i>Modélisation et caractérisation du fluage à long terme du carbone</i>

Directeur : Mario Fafard
Codirecteur : Gervais Soucy |
| Qian, Ruixia | <i>Mesure d'écoulements dans une turbine hydraulique</i>

Directrice : Claire Deschênes |
| Ramadane, Abderrazak | <i>Résolution parallèle de problèmes couplés de contact thermo-électro-mécanique par sous-domaines</i>

Directeur : Mario Fafard
Codirecteur : Daniel Marceau |
| Richard, Daniel | <i>Aspects thermomécaniques de la modélisation par éléments finis du préchauffage électrique d'une cuve de Hall-Hérault : lois constitutives, conception orientée-objet et validation</i>

Directeur : Mario Fafard
Codirecteur : Martin Désilets |
| Rostand, Virgile | <i>Discrétisation des équations de St-Venant par la méthode des éléments finis</i>

Directeur : Daniel Le Roux |
| Rycabel, Tadeusz | <i>Qualité des tiges de pin gris récoltées lors de l'éclaircie commerciale</i>

Directeur : Alain Cloutier |
| Samson, Éric | <i>Modélisation de la migration d'ions sous champs électriques dans les bétons</i>

Directeur : Jacques Marchand
Codirecteur : Jean-Loup Robert |

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants au doctorat (*suite*)

- Thiam, Ndeye** *Étude numérique d'instabilités et bifurcations en mécanique des fluides*
Directeur : Jean-Jacques Gervais
- Thiam, Ngueye** *Méthode combinée d'éléments finis et d'éléments finis de frontière pour la simulation des guides d'ondes*
Directeur : Roger Pierre
- Tossou, Edmond E.** *Les écoulements en charge et le transport de glaces flottantes avec le modèle 2D de Saint-Venant*
Directeur : Jean-Loup Robert
Codirecteur : Brian Morse
- Trujillo Gonzalez, Lester** *Modèle aux éléments finis de calcul de transport des sédiments côtiers*
Directeur : Yvon Ouellet
Codirecteur : Jean-Loup Robert
- Vidal Bastia, Marcia** *Pressage de panneaux fibres de bois MDF*
Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : André Fortin
- Wane, Bocar Amadou** *La simulation numérique des écoulements dans l'estuaire du Sénégal*
Directeur : Daniel Le Roux
Codirecteur : Abdou Sène
- Youbissi, Fabien** *Résolution par sous-domaines de problèmes de contact*
Directeur : Robert Guénette

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants à la maîtrise

Agassounon, Leonard C. *Caractérisation des propriétés hydrauliques d'un granite à modérément fracturé*

Directeur : René Therrien

Cloutier, Jonathan *Développement de système virtuel de fabrication avancée de produits en aluminium*

Directeur : Augustin Gakwaya

Gakwaya, Myriam *Contrôle des déformations thermiques dans les matériaux composites*

Directrice : Marie-Laure Dano

Gaudreault, Patrice *Simulations statiques et dynamiques par la méthode des éléments finis en vue d'optimiser la performance d'un concept de protection des occupants de VBL contre les mines anti-véhicules à effet de souffle*

Directeur : Augustin Gakwaya

Gauthier, Louis *Gauchissement thermomécanique de structures composites*

Directrice : Marie-Laure Dano

Giroud, Guillaume *Impact des conditions de croissance sur le bois d'aubier chez le hêtre*

Directeur : Alain Cloutier

Grandmont,
Jean-Frédéric *Analyse structurale du système âme-semelles des poutrelles en I*

Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : Guy Gendron

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants à la maîtrise (*suite*)

- Harrison, Lise** *Impact du type de la lamination sur le gauchissement des panneaux de fibres de bois*
- Directeur : Alain Cloutier
Codirecteur : Ahmed Koubaa
- Jouan de Kervenoaël, Loïc** *Mesures d'écoulements par PIV dans une turbine hydraulique*
- Directrice : Claire Deschênes
- Julien, Steve** *Nouvelle approche expérimentale pour étude de couches limites décollées*
- Directeur : Yvan Maciel
Codirecteur : Guy Dumas
- Jullière, Benjamin** *Contrôle actif des déformations thermiques des matériaux composites carbone/epoxy*
- Directrice : Marie-Laure Dano
- Kinsey, Thomas** *Modélisation numérique des écoulements aérodynamiques autour de systèmes d'ailes oscillantes : Application à l'extraction d'énergie*
- Directeur : Guy Dumas
- Kavazovic, Zanin** *Méthodes de multiplicateurs de Lagrange et du lagrangien augmenté pour des problèmes variationnels avec des conditions aux limites périodiques*
- Directeur : Robert Guénette
- Kenny, Guillaume** *Modélisation numérique du transport de masse à l'échelle régionale en milieux poreux à fractures discrètes*
- Directeur : René Therrien
Codirecteur : André Fortin

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants à la maîtrise (*suite*)

- Ledoux, Catherine** *Essais de traçage en milieu fracturé pour déterminer les effets des intersections de fractures*
- Directeur : René Therrien
- Matei, Andrian** *Une interface graphique pour des logiciels d'analyse et de calcul avec la méthode des éléments finis de frontière*
- Directeur : Augustin Gakwaya
- Matei, Mihaita** *Modélisation des films d'huile et des frottements dans les engrenages*
- Directeur : Claude Gosselin
Codirecteur : Guy Dumas
- Michaud, Bernard** *Lieu d'enfouissement sanitaire Cook, Aylmer. Modélisation numérique de l'écoulement de l'eau souterraine et du transport des contaminants*
- Directeur : René Therrien
- Pomerleau, Annie** *La modélisation de l'espacement fonte/carbone des cathodes et anodes du procédé d'électrolyse de l'aluminium*
- Directeur : René Lacroix
Codirecteur : Mario Fafard
- Pouliot, Benoît** *Éléments finis appliqués aux équations de Saint-Venant et adaptation de maillages et modes numériques*
- Directeur : Daniel Le Roux

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Étudiants à la maîtrise (*suite*)

- | | |
|--|--|
| Raymond, Jasmin | <i>Évaluation du potentiel géothermique de l'ancienne mine Gaspé, Murdochville</i> |
| | Directeur : René Therrien |
| Rioux, Myriam | <i>Miroirs déformables à base de ferrofluide - Simulations numériques et étude préliminaire du contrôle</i> |
| | Directeur : Ermanno F. Borra
Codirecteur : André Fortin |
| Rostand, Virgile | <i>Modes stationnaires résultant de la discrétisation des équations de St-Venant</i> |
| | Directeur : Daniel Le Roux |
| Savard, Catherine | <i>Modélisation des échanges isotopiques dans les champs filoniens; effets des hétérogénéités</i> |
| | Directeur : Georges Beaudoin
Codirecteur : René Therrien |
| Torriano, Federico
<i>Boursier CRSNG</i> | <i>Contributions aux techniques de modélisation numérique des écoulements turbulents avec séparations importantes: application à un concept d'éolienne à ailes oscillantes</i> |
| | Directeur : Guy Dumas |
| Tossou, Edmond E. | <i>Modélisation du ruissellement par éléments finis et son application au drainage routier</i> |
| | Directeur : Jean-Loup Robert |
| Villeneuve, Emmie | <i>Utilisation de l'écorce de peuplier faux-tremble pour la fabrication de panneaux de particules</i> |
| | Directeur : Alain Cloutier |

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Stagiaires

Boulangier-Nadeau,
Patrick-Emmanuel

Boursier CRSNG – Génie informatique

Programmation C++

Directeur : André Fortin

Burns, Dennis

Stagiaire 1^{er} cycle – Génie civil

Modélisation d'un canoë en béton

Directeur : Guy Gendron

D'Auteuil-Potvin,
François

Boursier CRSNG - Mathématiques

Modélisation de mélangeurs statiques

Directeur : André Fortin

Dobrzynski, Cécile

*Laboratoire Jacques-Louis Lions
Université Paris VI*

Directeur : André Fortin

Filiatrault, Alexandre

Stagiaire 1^{er} cycle – Génie informatique

*Implémentation informatique d'un estimateur d'erreur
hiérarchique quadratique*

Directeur : André Fortin

Fortier, Jimmy

Stagiaire 1^{er} cycle – Génie civil

Modélisation d'un canoë en béton

Directeur : Guy Gendron

LES MEMBRES DU GIREF

◆ Stagiaires (*suite*)

- Postras, Jonathan** Stagiaire 1^{er} cycle – Génie mécanique
Programme études-travail
Directrice : Marie-Laure Dano
- Langevin, David** Stagiaire 1^{er} cycle – Mathématiques et informatique
Programme études-travail
Directeur : André Fortin
- Rioux, Myriam** Stagiaire 2^e cycle – Physique
Directeur : Ermanno F. Borra
Codirecteur : André Fortin
- St-Laurent, Nadine** Stagiaire 1^{er} cycle – Génie civil
Programme de stage en milieu de recherche
Directeur : Jean-Loup Robert
- Torriano, Federico** Stagiaire 1^{er} cycle – Génie physique
*Modélisation d'écoulements incompressibles,
stationnaires, et instationnaires, à l'aide du logiciel
FLUENT*
Directeur : Guy Dumas

LES ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS

MAÎTRISE

<p>Akande, Habib Génie civil 2004-05-31</p> <p><i>Caractérisation thermomécanique du béton Kast-o-lite</i></p> <p>Directeur : M. Fafard Codirecteur : B. Bissonnette</p>	<p>Boyaud, Christian Sciences de la terre 2004-03-31</p> <p><i>Modélisation numérique de l'hydrodynamique associée à l'ennoyage de la mine de Saizerais, nord-est de la France</i></p> <p>Directeur : R. Therrien</p>
<p>Gaudreault, Patrice Génie mécanique 2004-06-30</p> <p><i>Simulations statiques et dynamiques par la méthode des éléments finis en vue d'optimiser la performance d'un concept de protection des occupants de VBL contre les mines anti-véhicules à effet de souffle</i></p> <p>Directeur : A. Gakwaya</p>	<p>George, Stéphane Génie mécanique 2004-07-31</p> <p><i>Modélisation et simulation d'un système électromécanique de commande d'un moteur à combustion interne pour l'aviation générale</i></p> <p>Directeur : A. Gakwaya Codirecteur : I. Kamwa</p>
<p>Julien, Steve Génie mécanique 2004-07-31</p> <p><i>Nouvelle approche expérimentale pour l'étude de couches limites décollées</i></p> <p>Directeur : Y. Maciel Codirecteur : G. Dumas</p>	<p>Kavazovic, Zanin Mathématiques 2004-08-31</p> <p><i>Méthodes de multiplicateurs de Lagrange et du lagrangien augmenté pour des problèmes variationnels avec des conditions aux limites périodiques</i></p> <p>Directeur: R. Guénette</p>
<p>Lavoie-Perrier, Marie-Anne Génie mécanique 2004-01-31</p> <p><i>Modélisation du comportement mécanique de composantes hétérogènes d'un récepteur hydraulique</i></p> <p>Directeur : A. Gakwaya Codirecteur : B. Levesque</p>	<p>Matei, Adrian Génie mécanique 2004-11-30</p> <p><i>Une interface graphique pour des logiciels d'analyse et de calcul avec la méthode des éléments finis de frontière</i></p> <p>Directeur : A. Gakwaya</p>

LES ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS (suite)

MAÎTRISE

<p>Paradis, François Génie civil 2004-04-30</p> <p><i>Analyse du comportement structural d'un composite mince en béton. Analyse du comportement structural du canoë de béton</i></p> <p>Directeur : G. Gendron Codirecteur : M. Jolin</p>	<p>Racine, Lesly Génie 2004-05-31</p> <p><i>Caractérisation du banc d'essai de machines hydrauliques de l'Université Laval</i></p> <p>Directrice : Claire Deschênes</p>
<p>Rostand, Virgile Mathématiques 2004-11-30</p> <p><i>Modes stationnaires résultant de la discrétisation des équations de Saint-Venant</i></p> <p>Directeur : D. Le Roux</p>	<p>Tossou, Edjrossè Edmond Génie civil 2004-06-30</p> <p><i>La modélisation du ruissellement par éléments finis et son application au drainage routier</i></p> <p>Directeur : J.L. Robert</p>
<p>Villeneuve, Emmie Sciences du bois 2004-05-31</p> <p><i>Utilisation de l'écorce de peuplier faux-tremble pour la fabrication de panneaux de particules</i></p> <p>Directeur : A. Cloutier Codirecteur : A. Koubaa</p>	

LES ÉTUDIANTS DIPLÔMÉS

DOCTORAT

<p>Achim, Alexis Sciences forestières 2004-12-31</p> <p><i>Effets de l'éclaircie sur la résistance au chablis et la qualité du bois en sapinière</i></p> <p>Directeur : JC Ruel Codirecteurs: A Cloutier, B.A. Gardiner</p>	<p>Belhamadia, Youssef Mathématiques 2004-07-31</p> <p><i>Modélisation mathématique et simulation numérique de problèmes de changement de phase avec applications à la cryochirurgie</i></p> <p>Directeur : A. Fortin</p>
<p>Blanchet, Pierre Sciences du bois 2004-04-30</p> <p><i>Caractérisation du comportement des lames de plancher d'ingénierie</i></p> <p>Directeur : A. Cloutier Codirecteurs : R. Beauregard, G. Gendron</p>	<p>D'Amours, Guillaume Génie mécanique 2004-06-30</p> <p><i>Développement de lois constitutives thermomécaniques pour les matériaux à base de carbone lors du préchauffage d'une cuve d'électrolyse</i></p> <p>Directeur : A. Gakwaya Codirecteur : A. Mirchi</p>
<p>Goulet, Patrice Génie chimique 2004-11-30</p> <p><i>Modélisation du comportement thermo-électro-mécanique des interfaces de contact d'une cuve de Hall-Héroult</i></p> <p>Directeur : R. Lacroix Codirecteurs : M. Fafard, J. Perron</p>	<p>Richard, Daniel Génie civil 2004-09-30</p> <p><i>Aspects thermomécaniques de la modélisation par éléments finis du préchauffage électrique d'une cuve de Hall-Héroult: lois constitutives, conception orientée-objet et validation</i></p> <p>Directeur: M. Fafard Codirecteur: M. Désilets</p>

LES PROJETS EN COURS

- **Projet ACE**

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.)

Responsable : André Garon

Chercheurs : M. Delfour (U. Montréal), A. Fortin, Y. Bourgault (U. d'Ottawa)

- **Aérodynamique des ailes oscillantes**

Ce projet étudie les écoulements instationnaires laminaires autour d'ailes en mouvement oscillant (translation et rotation). Des applications en propulsion ainsi qu'en extraction d'énergie (turbine) sont visées. Ces écoulements sont modélisés par méthode eulérienne (volumes finis) à l'aide d'une technique de maillage dynamique ainsi que par méthode lagrangienne (vortex method) qui ne requiert pas de maillage. La dynamique tourbillonnaire complexe de ces écoulements périodiques dans le temps et les forces instantanées exercées sur l'aile sont étudiées en détail sur une vaste plage paramétrique.

Responsable : G. Dumas

Chercheurs : T. Kinsey, M.Sc., K. Dussault et J. Lefrançois, 1er cycle)

- **Analyse structurale des poutrelles en I**

L'objectif général du projet est de développer une meilleure compréhension du comportement du système âme-semelles des poutrelles en I afin d'en optimiser les caractéristiques par l'utilisation d'un modèle numérique. L'objectif spécifique est de modéliser le comportement mécanique d'une poutrelle en I par la méthode des éléments finis et d'utiliser ce modèle afin de valider scientifiquement la contribution de l'âme dans la poutrelle.

Comme le projet fait suite à une première phase entreprise lors d'une maîtrise, le travail poursuivi dans le cadre d'un passage accéléré au doctorat est basé sur les résultats obtenus précédemment. La première partie consistera à améliorer nos connaissances des matériaux constituant la poutrelle en I. Le point principal consistera à caractériser l'OSB (*Oriented Strand Board*) en fonction de sa densité variable. Nous poursuivrons le travail en nous intéressant à la caractérisation des joints âme-âme et âme-semelles afin d'ajouter ces éléments à la modélisation. L'ensemble des résultats que nous obtiendrons sera transposé dans un modèle par éléments finis. Suite à cela, des essais de validation seront effectués sur des poutrelles afin de s'assurer de la qualité du modèle. Ce dernier pourra, s'il prouve ses qualités, être utilisé comme outil d'optimisation et de design des produits pour les industriels.

Responsables : Guy Gendron, Alain Cloutier

Étudiant : Jean-Philippe Grandmont, 3^e cycle

LES PROJETS EN COURS

- **Aquaculture**

Le cadre de cette étude se situe au niveau de l'établissement d'un modèle numérique pour optimiser l'enlèvement des matières solides générées par l'aquaculture (moulée non consommée et fèces) dans des bassins opérant avec une trappe à sédiments. On s'intéresse aux aspects méthodologiques de la modélisation et l'estimation des patrons d'écoulement dans ces bassins puis, à partir des observations et mesures que nous avons prises au laboratoire d'hydraulique du département de génie civil de l'Université Laval.

Responsable : Jean-Loup Robert

Chercheurs : Abdelkader Laazizi, stagiaire postdoc, Yasser Hamdi, Ph.D.

Partenaires industriels : Aquanet, Aquabiotech Inc. (Coaticook)

- **Contrôle des déformations thermiques dans des structures composites par des composites à fibres piézoélectriques**

L'objectif de ce projet est d'étudier s'il est possible d'utiliser des composites à fibres piézoélectriques pour contrôler les déformations thermiques dans des structures composites. Il a d'abord fallu caractériser les matériaux étudiés, développer un modèle dans ABAQUS, et mener des essais expérimentaux pour valider les prédictions du modèle. Ensuite, une boucle de contrôle a été ajoutée afin de pouvoir compenser automatiquement les déformations thermiques induites.

Chercheur : Marie-Laure Dano

Participant : Myriam Gakwaya, M.Sc; Benjamin Jullière, M.Sc

- **Équipe FQRNT : mathématiques appliquées**

Ce groupe bénéficie d'une subvention du FQRNT dans le cadre du programme « équipe de recherche » et s'intéresse davantage aux aspects plus mathématiques de la modélisation numérique. Les applications couvrent la modélisation des guides d'ondes (R. Pierre), la mise en forme des polymères (R. Guénette et A. Fortin), les modèles océaniques (D. Le Roux), les problèmes à surfaces libres et les méthodes de lignes de niveau (A. Fortin et M. Delfour), les estimations d'erreurs (M. Fortin).

Chercheurs : André Fortin, Michel Delfour (U. de Montréal), Michel Fortin, Martin Gander (McGill), Robert Guénette, Daniel Le Roux et Roger Pierre

LES PROJETS EN COURS

- **Projet MEF++**

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++ permettant de traiter notamment les problèmes de contact en grandes déformations avec une grande variété de discrétisations. Les schémas instationnaires ont aussi été améliorés pour les rendre plus flexibles et plus faciles à utiliser.

L'adaptation de maillage a continué de progresser permettant de contrôler automatiquement la qualité et la précision des solutions calculées. De nombreuses publications sont issues de ces développements, notamment dans le domaine de la cryochirurgie.

Chercheurs : André Fortin et Éric Chamberland

- **Modélisation avancée en turbulence**

La prise en compte adéquate des effets de la turbulence sur les écoulements à grands Reynolds demeure encore un défi considérable du point de vue de la modélisation numérique dans plusieurs types d'écoulement. On s'intéresse dans ce projet à deux situations d'importance: les écoulements internes en repère tournant et les écoulements externes autour de corps non profilés. Dans le premier cas, une modélisation RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) à l'aide d'un modèle RSM (Reynolds Stress Model) à 7 équations en 3-D est utilisée alors que pour le second cas, une approche de modélisation hybride RANS-LES (Large Eddy Simulation), communément appelée DES (Detached Eddy Simulation), est mise à l'essai.

Responsable : G. Dumas, A. Fortin

Chercheurs : (S. Julien, Ph.D., F. Torriano, M.Sc.)

LES PROJETS EN COURS

- **Modélisation de l'endommagement causé par un joint boulonné dans un matériau composite**

Ces travaux de recherche consistent à développer un modèle d'éléments finis afin de prédire l'endommagement produit dans un matériau composite par un joint boulonné. Un modèle 3D tenant compte de la déformation du boulon et de la fixation a été développé et comparé avec les résultats d'un modèle 2D déjà développé. Il s'avère qu'il est important de tenir compte des déformations du boulon et de la fixation pour prédire la rigidité du joint correctement.

Chercheur : Marie-Laure Dano

Participant : Jonathan Poitras, 1^e cycle

- **Modélisation du comportement hygro-thermo-mécanique du bois au cours du séchage**

Ce projet porte sur le développement d'un modèle mécanique de l'induction des contraintes et déformations prenant place au cours du séchage. L'étude est divisée en trois volets, soit le développement du modèle comme tel, la détermination expérimental des paramètres du modèle, et puis la validation du modèle dans des conditions réelles de séchage. Ce projet s'est terminé officiellement en septembre 2004.

Chercheurs : Yves Fortin, Roger Hernandez, Mario Fafard, Guy Gendron, Carl Tremblay et Maurice Defo

Participants : Mohssine Moutee, Ph.D., Messaoud Nabhani, M.Sc., Mariella de la Cruz, M.Sc., Anouar Guissi, M.Sc.

- **Modélisation du contact en grandes déformations**

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 PROJETS EN COURS

- **Modélisation du contact en grandes déformations** (suite)

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.

Chercheurs : André Fortin, Michel Fortin et Éric Chamberland, Robert Guénette
Partenaire industriel : Michelin

- **Modélisation du gauchissement dans les structures composites**

L'objectif à long terme de ce projet est de développer des outils d'analyse pour permettre de concevoir et fabriquer des pièces en matériaux composites ayant une forme dans les tolérances après la mise en œuvre et démontrant une bonne stabilité dimensionnelle en service.

Chercheur : Marie-Laure Dano
Participant : Louis Gauthier, M.Sc.

- **Modélisation en écoulements peu profonds**

Avec deux de mes étudiants, MM. Virgile Rostand et Benoit Pouliot, nous travaillons sur l'analyse d'un certain nombre de schémas d'éléments finis pour résoudre les équations en eaux peu profondes. Le but de cette vaste étude vise à trouver le meilleur schéma possible, c'est à dire une formulation exempte de modes et d'oscillations parasites. Ce travail est important car le schéma numérique retenu sera à la base des futurs modèles océanique et d'estuaire que nous souhaitons développer. Avec un autre étudiant au doctorat, M. Majid Mohammadian, nous avons élaboré de nouvelles techniques numériques dans le cadre de formulations en volumes finis et semi-lagrangiennes. En 2004 nous avons soumis quatre publications à des journaux scientifiques résumant ces travaux.

Enfin, avec M. Mostafa Gabbouhy, chercheur postdoctoral (ISM/GIREF) nous travaillons sur la modélisation de fluides de type navier-Stokes 3-d à surface libre en utilisant des éléments finis de type non conformes. Il s'agit de concevoir, de tester et d'appliquer des modèles numériques visant à reproduire les phénomènes physiques qui sont à la base d'ouvrages hydrauliques afin de définir et de valider des outils d'aide au dimensionnement et à la gestion de systèmes hydrauliques.

LES PROJETS EN COURS

- **Modélisation en écoulements peu profonds** (*suite*)

Avec l'équipe des professeurs Éric Deleersnijder et Vincent Legat de l'Université catholique de Louvain, Belgique, nous étudions les aspects mathématiques de la modélisation des océans et du climat de la terre. Nous travaillons à la mise au point d'un modèle de circulation générale océanique basé sur une grille non-structurée utilisant la méthode des éléments finis. L'équipe a fait l'objet de sollicitations de la part de l'Observatoire Royal de Belgique pour envisager des applications extra-terrestres du modèle, principalement sur Europe, la lune de Jupiter qui possède probablement un océan global couvert de glace. Elle vient d'obtenir une subvention de 725 000 euros (1.2 million de dollars canadiens) intitulée *A second-generation model of the the ocean system*, pour une période de 5 ans débutant en septembre 2004. J'appartiens à cette équipe à titre de membre externe (<http://www.astr.ucl.ac.be/SLIM/>).

Avec les professeurs Abdou Sene et Mary Teuw Niane de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal, nous travaillons principalement dans le domaine de la modélisation des écoulements en milieu naturel appliquée à différents bassins du Sénégal. Un premier projet concerne la simulation numérique de l'estuaire du fleuve Sénégal, il s'agit de formuler un modèle mathématique de sédimentation permettant de prédire la morphologie de l'estuaire dans les années à venir pour mieux implanter les zones de cultures agricoles. Un deuxième projet consiste à simuler numériquement la circulation de l'eau dans le lac de Guiers, qui alimente toute la région en eau douce, en vue de faire des prévisions sur les réserves, de comprendre le phénomène de salinisation, d'identifier des polluants, d'étudier leur transport et leur contrôle. Une demande de subvention a été déposée auprès de l'ACDI en mai 2004 pour faciliter le développement de ces projets. Un des premiers fruits de cette collaboration est l'inscription de quatre étudiants de Saint-Louis en thèse de doctorat (sous ma direction) à l'Université Laval en janvier 2005. Ils travailleront sur ces projets.

Chercheur responsable : Daniel Le Roux

- **Modélisation en sciences du bois**

Dans ce thème de recherche, on s'intéresse à la modélisation appliquée au génie du bois et en particulier aux questions de séchage du bois massif, de pressage à chaud des panneaux composites à base de bois et de stabilité dimensionnelle en service des composites laminés à base de bois.

LES PROJETS EN COURS

- **Modélisation en sciences du bois (suite)**

Les méthodes numériques deviennent des outils incontournables dans le domaine des produits du bois étant donné la rareté croissante de la ressource, le développement de produits du bois à valeur ajoutée de plus en plus complexes à concevoir et à mettre en œuvre et la mondialisation des marchés où les entreprises québécoises et canadiennes sont en compétition avec des pays où la savoir faire est à l'avant-garde et où la croissance des arbres est plus rapide qu'ici.

Des modèles numériques de l'évolution de la température et de la teneur en humidité dans une pièce de bois en cours de séchage ont été développés et mis en œuvre. De nombreuses comparaisons avec des résultats expérimentaux ont montré la pertinence de ces modèles et des techniques numériques utilisées. 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.

Chercheurs : Alain Cloutier, Yves Fortin, André Fortin et Guy Gendron
Partenaire industriel : Forintek

- **Optimisation de laminés en utilisant l'algorithme génétique**

Ces travaux portent sur l'optimisation de structures laminées en utilisant un algorithme génétique. Un programme d'optimisation est alors développé et est ensuite appliqué à la résolution d'une série de problèmes d'optimisation où les variables de design peuvent appartenir à des domaines discrets ou continus. Tout d'abord, il est question de problèmes pour lesquels le nombre de couches du laminé, le matériau et l'épaisseur de ces couches sont fixes. Les variables de design sont alors l'orientation de chaque pli qui peuvent prendre des valeurs discrètes (0° , $\pm 45^\circ$, 90°) dans un premier cas et des valeurs continues (0° à 90°) par la suite. Deuxièmement, il est question de problèmes où le nombre de plis et le matériau des plis deviennent des variables de design qui s'ajoutent alors à l'orientation des plis.

- **Optimisation de laminés en utilisant l'algorithme génétique (suite)**

Dans ces cas, les variables de design (matériaux et orientations) sont sélectionnées à partir d'une liste de valeurs discrètes. L'objectif de ces problèmes est, en premier lieu, la minimisation du poids ou du coût de la structure sous différentes contraintes et finalement, la minimisation du poids et du coût simultanément avec une formulation multi-objectifs. L'algorithme génétique développé utilise une stratégie multi-élitiste et empêche la présence d'individus identiques parmi la population.

Chercheurs : Guy Gendron et Louis Gosselin

Étudiant : Frédéric Girard, 2^e cycle

- **Séchage des composants de maisons usinées**

Ce projet consiste à développer des stratégies de séchage pour les composants de maisons usinées comme les poutrelles en I, les sections de murs, les fermes de toit, et les bois de finition.

Des programmes optimisés sont d'abord définies à l'aide de simulations numériques et puis comparés avec les résultats obtenus en laboratoire et en usine. L'objectif est d'améliorer à la fois la qualité des produits utilisés et diminuer les pertes en cours de transformation. Ce projet prendra fin en mars 2008.

Chercheurs : Yves Fortin et Maurice Defo

Participant : Suying Xing, M.Sc.

- **Simulation numérique à grande échelle du transport de contaminants dans les massifs fracturés**

Ce projet visait à améliorer les méthodes de simulation de la migration de contaminants dans les aquifères fracturés, qui constitue un problème environnemental important. L'amélioration des méthodes de simulation permet de mieux prédire la migration des contaminants et ainsi de mieux concevoir des méthodes de contrôle ou de réhabilitation. Le projet a consisté à modifier le simulateur EF++ afin de représenter l'écoulement d'eau souterraine et le transport de masse dans un système composé de fractures et d'une matrice rocheuse, représentatif de massifs fracturés naturels. Un nouveau terme de couplage entre les fractures et la matrice a été développé. De plus, on a exploré le potentiel de la méthode d'adaptation de maillage pour mieux représenter les forts gradients présents autour d'une fracture.

LES ACTIVITÉS

- **Simulation numérique à grande échelle du transport de contaminants dans les massifs fracturés (suite)**

Les résultats du projet ont été présentés à 2 conférences, dont une avec compte rendu écrit et un article sera soumis pour publication à une revue avec comité de lecture.

Chercheurs : René Therrien, André Fortin,

Participants : Guillaume Kenny, M.Sc., Cristian Tibirna, professionnel recherche au GIREF

- **Stratégies de séchage à haute température pour les produits du bois à valeur ajoutée**

Ce projet porte sur le développement de stratégies de séchage à haute température pour les produits à valeur ajoutée. L'étude comporte deux volets principaux, l'un étant le développement d'un modèle de séchage à haute température et l'autre sur l'expérimentation en séchoir de diverses stratégies et programmes de séchage. Ce projet se terminera en mars 2006.

Chercheurs : Yves Fortin, Maurice Defo et André Fortin

Participants: Javier Chung, M.Sc.; Messaoud Nabhani, Ph.D.

- **Traitements thermiques du bois**

Cette étude porte sur l'effet des traitements thermiques du bois sur ses propriétés d'utilisation, entre autres le changement de couleur, sa résistance mécanique, sa résistance aux agents de dégradation et sa stabilité dimensionnelle. Le séchage et les traitements thermiques à haute température sont les traitements visés. Des modèles de prédiction du déplacement des extractibles dans le bois au cours des traitements et des changements structuraux des composantes du bois sont développés à partir d'essais en laboratoire. Ce projet prendra fin en mars 2008.

Chercheurs : Yves Fortin et Aziz Laghdar

Participant : Wenhua Liu, Ph.D.

LES ACTIVITÉS

❖ Séminaires

En 2004 le GIREF a présenté 20 séminaires dont 5 ont été donnés par des membres du GIREF. De ce nombre 3 des conférenciers étaient étudiants ou stagiaire postdoctoral.

- 16 janvier** Grégoire MARTIN, professeur
Cégep de Jonquière
- Une approche géométrique pour résoudre de grands systèmes d'équations linéaires*
- 23 janvier** Majid MOHAMMADIAN, étudiant au doctorat
Mathématiques et statistique
- Simulation of Shallow Flows over Variable Topography using Unstructured Grid*
- 30 janvier** Alain CLOUTIER, professeur
Sciences du bois et de la forêt
- La modélisation éléments finis appliquée à la fabrication et à l'utilisation des panneaux composites à base de bois*
- 6 février** Serge GUILLAS
University of Chicago
- Prévision de variables fonctionnelles et statistique de l'environnement*
- 13 février** Jean-Yves TRÉPANIÉ, professeur titulaire
Génie mécanique – École Polytechnique de Montréal
- Intégration, conception et optimisation multidisciplinaire en aéronautique*
- 20 février** François GUIBAUT, professeur
École Polytechnique de Montréal
- Automatisation des processus de conception et d'analyse basés sur des approches de simulation numérique*

LES ACTIVITÉS

❖ Séminaires *(suite)*

- 27 février** Marie-Laure DANO,
Génie mécanique
Déformations thermiques dans les structures composites
- 12 mars** Marie-Gabrielle VALLET,
École Polytechnique de Montréal
Critère universel de qualité d'un maillage
- 19 mars** Arian NOVRUZI
Mathématiques et statistique, Université d'Ottawa
Performance des piles à combustible à hydrogène par optimisation de forme du domaine poreux
- 26 mars** Julien BRUCHON, stagiaire postdoctoral
Étude de la formation d'une structure de mousse par simulation directe de l'expansion de bulles dans une matrice liquide polymère
- 2 avril** Paul TUPPER
Université McGill
Ergodicity and Numerical Simulation
- 16 avril** Pascal HUBERT
Génie mécanique, Université McGill
Modélisation de la fabrication de structures en matériaux composites
- 23 avril** Siva NADARAJAH
University McGill
Optimum Shape Design for Unsteady Flows using

LES ACTIVITÉS

❖ Séminaires *(suite)*

- 10 septembre** Tony Humphries
Université McGill
- Travelling Waves and Function Differential Equations with Advances and Delays*
- 8 octobre** Robert OWENS
Université de Montréal
- Une méthode numérique basée sur une équation de Fokker-Planck pour la modélisation des écoulements non-homogènes des solutions diluées de polymères*
- 15 octobre** Jose Manuel URQUIZA
École Polytechnique de Montréal
- Transport de molécules à travers la paroi artérielle: problèmes liés à la modélisation, l'analyse mathématique et la simulation*
- 5 novembre** Hassan MANOUZI
Mathématiques et statistique
- Processus stochastique, mouvement Brownien, bruit blanc et équations*
- 12 novembre** Hassan MANOUZI
Mathématiques et statistique
- Approximation par éléments finis d'une EDP stochastique de type Wick*
- 19 novembre** Rym JEDIDI, étudiante au doctorat
Mathématiques et statistique
- Utilisation d'une méthode d'éléments finis pour l'étude des guides plans courbés*

LES ACTIVITÉS

❖ Séminaires *(suite)*

25 novembre Marc THIRIET
 INRIA – France

*Modélisation des écoulements dans l'arbre trachéo-
bronchique basée sur l'imagerie médicale*

LES PUBLICATIONS

❖ Revues avec comité de lecture

Belhamadia, Y., Fortin, A., Chamberland, É., *Anisotropic Mesh Adaptation for the Solution of the Stefan Problem*, J. Comp. Physics, 194,1, 233-255, 2004.

Belhamadia, Y., Fortin, A., Chamberland, É., *Three-Dimensional Anisotropic Mesh Adaptation for Phase Change Problems*, J. Comp. Physics, 201, 753-770, 2004.

Chérif, R., Lagacé, Robert, J.-L., *Optimisation des paramètres Green et Ampt pour un modèle conceptuel pluie-infiltration-ruissellement*, Canadian Biosystems Engineering/Le génie des biosystèmes au Canada, 1.7-1.14, 2004.

Defo, M., Cloutier, A., Riedl, B., *Wood-Cement Compatibility of Some Eastern Canadian Woods by Isothermal Calorimetry*, Forest Prod. J., 54, 10, 49-56, 2004.

Defo, M., Fortin, Y., *Modeling superheated steam vacuum drying of wood*, Drying Technol., 22, 10, 2231-2253, 2004.

Dumas, G., Lemay, J., *Splash and Spray Measurement and Control: Recent Progress*, The Aerodynamics of Heavy Vehicles, McCallen, Browand & Ross Eds., Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics, Springer-Verlag (ISBN: 3-540-22088-7) 19, 33-547, 2004.

Fortin, A., Belhamadia, Y., *Numerical Prediction of Freezing Fronts in Cryosurgery: Comparison with Experimental Results* Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering, 2004.

Fortin, A., Benmoussa, K., *An Adaptive Remeshing Strategy for Free-Surface Fluid Flow Problems. Part I: The Axisymmetric Case*, Journal of Polymer Engineering, 2004.

Fortin, A., Benmoussa, K., *An Adaptive Remeshing Strategy for Free-Surface Fluid Flow Problems. Part II: The Three-Dimensional Case*, Journal of Polymer Engineering, 2004.

Fortin, A., Bertrand, F., Fortin, M., Boulanger-Nadeau, P.-E., El Maliki, A., Najeh, N., *Adaptive Remeshing Strategy for Shear-Thinning Fluid Flow Simulations* Computers and Chemical Engineering, 28, 11, 2363-2375, 2004.

Fortin, A., Fortin, M., Boulanger-Nadeau, P.E., *An Anisotropic Mesh Adaptation Method for Two-Dimensional Laminar Navier-Stokes Equations*, IJNMF Mai, 2004.

LES PUBLICATIONS

❖ Revues avec comité de lecture (*suite*)

Fortin, Y., Defo, M., Nabhani, M., Tremblay, C., Gendron, G., *A simulation tool for the optimization of lumber drying schedules*, Drying Technol., 22, 5, 963-984, 2004.

Gendron, G., Dano., M.L., Cloutier, A., *A Numerical Study of the Hygro-Mechanical Deformation of two Cardboard Layups*, Composite Sci. Technol., 64, 619-627, 2004.

Guénette, R., Fortin, A., Marcotte, J.-P., Labbé, J., *Iterative Solvers for Quadratic Discretisations of the Stokes Problem*, Int. J. Num. Meth. Fluids, 44, 6, 695-720, 2004.

Hannert, E., D. Le Roux, Legat, V., Deleersnijder, E., *Advection Schemes for Unstructured Grid Ocean Modelling*, Ocean Modelling, 7, 39-58, 2004.

Lacasse, D., Turgeon, É. Pelletier, D., *On the Judicious Use of the k-Epsilon Model. Wall Functions and Adaptivity*, International Journal for Thermal Sciences, 43, 925-938, October, 2004.

Pecho, R., Ananias, R.A., Ballerini, A., Cloutier, A., *Influencia de la madera juvenil de pino radiata sobre las propiedades mecanicas de tableros OSB* Maderas: Ciencia y tecnologia, 6, 1, 45-59, 2004.

Pelletier, D., Turgeon, E., Tremblay, D., *Verification and Validation of Umpinging Round Jet Simulations usign an Adaptive FEM*, Int. J. Numer. Meth. Fluids, 44, 737-763, 2004.

Robert, J.-L., *Grilles d'égout pluvial au banc d'essai*, Revue Contact plus, Association des ingénieurs municipaux du Québec, 51, 20-23, 2004.

Salvo, L., Ananias, R.A., Cloutier, A., *Influencia de la estructura anatomica en la permeabilidad especifica transversal al gas del pino radiata* Maderas: Ciencia y tecnologia, 6, 1, 33-44, 2004.

Thériault, V., Aubertin, M., Simon, R., Therrien, R., Molson J., *Modelling disposal of mining wastes in open pit with a pervious envelope*, Groundwater Quality 2004, 4th International Conference,

Turgeon, E., Pelletier, D., Borggaard, J., *A General Continuous Sensitivity Equation Method for the k-e Model of Turbulence*, Int. Journal CFD, 18, 1, 29-46, January, 2004.

LES PUBLICATIONS

❖ Revues avec comité de lecture *(suite)*

Xing, C., Riedl, B., Cloutier, A., *Measurement of Urea-Formaldehyde Resin Distribution as a Function of MDF Fiber Size by Laser Scanning Microscopy*, Wood Sci. Technol., 37, 495-507, 2004.

Xing, C., Riedl, B., Cloutier, A., He, G., *The Effect of Resin Pre-Cure on the Internal Bond Strength of Medium Density Fiberboard*, Holz als Roh- und Werkstoff, 62, 6, 2004.

❖ Conférences avec arbitrage et actes de colloques

Beaudoin, G., Therrien, R., *Fluid flow in overpressured vein fields: what is the role of major crustal shear zone?*, Society of Economic Geologists, Perth, Australia, Sept. 27-Oct. 1, 2004.

Borggaard, J., Iliescu, T., Pelletier, D., *Optimal Design Using LES Models* Optimization Days 2004, Montréal, May 10-12, 2004.

Borggaard, J., Iliescu, T., Pelletier, D., Vugrin, K., *Comparison of Numerical Noise in Design Objectives using LES and Turbulence Models*, Paper AIAA-2004-4623, 10th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference, Albany, New York, August 30-Sept. 1, 2004.

Borggaard, J., Iliescu, T., Pelletier, D., *Optimal Design using LES Models* Optimization Days, Montréal, May 10-12, 2004.

Boutin, A., Lefebvre, R., Blais, V., Martel, R., Therrien, R., Parent, M., *Modeling groundwater flow and TCE transport in the Valcartier area aquifer system*, 5th Joint CGS/1AH Groundwater Specialty Conference, October 24-27, 2004.

Boyaud, C., Therrien, R., *Numerical modeling of mine water rebound in Saizerais, northeastern France*, Computational Methods in Water Resources 2004, International Conference, Chapel Hill, North Carolina, USA, June 13-17, 2004.

Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M. M., Therrien, R., *Groundwater origin and geochemical processes in the Basses-Laurentides sedimentary rock aquifer system*, St. Lawrence Lowlands, 5th Joint CGS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, Canada, October 24-27, 2004.

Cyr, É., Rudolph, D., Therrien, R., *Dynamics of groundwater recharge through structural soils and the influence on water quality*, Groundwater Quality 2004, 4th International Conference, University of Waterloo, Ontario, Canada, July 19-22, 2004.

Daeninck G., Dumas, G., Winckelmans, G., *Vortex Method for the DNS of Flows about Arbitrarily Moving, Multiple Bodies*, Bulletin of the American Physical Society, Paper 10193, 57th Annual Meeting of the APS/DFD Seattle, USA, 2004.

Dumas, G., *Modélisation de l'aérodynamique de systèmes d'ailes oscillantes: Application à l'extraction d'énergie*, Conférence invitée, Unité TERM, Département de génie mécanique, Université catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgique, juillet 2004.

LES PUBLICATIONS

❖ Conférences avec arbitrage et actes de colloques (*suite*)

Etienne, S., Pelletier, D., *Sensitivity Analysis of Fluid-Structure Interaction problems*, 12th Annual Conference of the CFD Society of Canada, Ottawa, May 9-11, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., *Adaptive Solution of some Sensitivity Fluid-Structure Interaction problems*, 8th International Conference on Flow-Induced Vibrations (FIV 2004), Paris, July 6-9, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., *Adaptive Solution of Some Steady-State Fluid-Structure Interaction Problems*, 3rd International Conference on Computational Fluid Dynamics (ICCFD3), Toronto, July 12-14, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., *Sensitivity Analysis of Fluid-Structure Interaction Problems*, 12th Annual Conference of the CFD Society of Canada, Ottawa, May 9-11, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., Garon, A., *A Monolithic Formulation for Steady-State Fluid-Structure Interaction Problems*, 34th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit, Portland, Oregon, June 28-July 1, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., Garon, A., *Monolithic Sensitivity Analysis of Steady-State Fluid-Structure Interaction Problems*, 10th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference, Albany, New York, August 30-Sept 1, 2004.

Etienne, S., Pelletier, D., Garon, A., *A Monolithic Formulation for Steady-State Fluid-Structure Interaction Problems*, 34th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit, Portland, Oregon, June 28-July 1, 2004.

Fortin, A., Belhamadia, Y., *Numerical Modelling of Phase Change Problems*, IFIP 63-71, 2004.

Gakwaya, A., Toussaint, G., Gaudreault, P., William, K., Durocher, R., *On the design and evaluation of lightweight metal protection against blast loading using LS-DYNA*, International Conference on Computational and Experimental Engineering & Sciences, July 26-29, 2004.

Graf, T., Therrien, R., *Modeling variable-density groundwater flow and solute transport in complex fracture networks*, 5th International Conference on Hydroinformatics, Québec, Canada, October 24-27, 8 p., 2004.

LES PUBLICATIONS

❖ Conférences avec arbitrage et actes de colloques (*suite*)

Hanert, E., Le Roux, D., Legat, V., Deleersnijder, E., *A Comparison of 4 Advection Schemes for use in Unstructured Grid Ocean Modelling*, The 6th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Ghent, Belgium, NCTAM-2003-089, 8 pages, May 26-27, 2004.

Hristova, H., Etienne, S., Pelletier, D., Borggaard, J., *Sensitivity Analysis of Time-Dependant Laminar Flows*, 12th Annual Conference of the CFD Society of Canada, Ottawa, May 9-11, 2004.

Hristova, H., Etienne, S., Pelletier, D., Borggaard, J., *A General Sensitivity Equation Formulation for Unsteady Laminar Flows*, 34th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit Portland, Oregon, June 28-July 1, 2004.

Hristova, H., Etienne, S., Pelletier, D., Borggaard, J., *A General Sensitivity Equation Formulation for Unsteady Laminar Flows*, 34th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit, Portland, Oregon, June 28-July 1, 2004.

Hristova, H., Etienne, S., Pelletier, D., Borggaard, J., *Sensitivity Analysis of Time-Dependent Laminar Flows*, 12th Annual Conference of the CFD Society of Canada, Ottawa, May 9-11, 2004.

Hristova, H., Tremblay, D., Etienne, S., Pelletier, D., Borggaard, J., *Application of a Sensitivity Equation Method to Transient Non-Linear Heat Conduction*, AIAA Paper 2004-0495 - 42nd AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV January 5-8, 2004.

Kenny, G., Therrien, R., Fortin, A., Tibirna, C., *Large-scale mass transport modelling in discretely-fractured porous media*, 5th Joint CGS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, October 24-27, 2004.

Ledoux, C., Therrien, R., Novakowski, K., Kirkwood, D., *Investigation of the impact of fracture intersection on solute transport in fractured carbonate*, 5th Joint GCS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, October 24-27, 8 p., 2004.

Lefebvre, R., Boutin, A., Blais, V., Parent, M., Ouellon, T., Martel, R., Therrien, R., *Hydrogeological context and dissolved TCE plume characterization in the Valcartier area*, 5th Joint GCS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, October 24-27, 8 p., 2004.

LES PUBLICATIONS

❖ Conférences avec arbitrage et actes de colloques (*suite*)

Le Roux, D., *Shallow-Water Models: Stationnary Modes, The P1 NC - P1 pair*, Conférence Internationale sur les Mathématiques et Applications aux Problèmes de Développement au Sahel, Saint-Louis, Sénégal, 7 pages, 15-19 décembre, 2004.

Mahieu, J.N., Pelletier, D., Trepanier, J.Y., Borggaard, J., *Second Order Sensitivity and Uncertainty Analysis for Laminar Airfoil Flows*, AIAA Paper 2004-0742, 42nd AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV, January 5-8, 2004.

Murat, V., Martel, R., Savard, M.M., Nastev, M., Paradis, D., Michaud, Y., Lefebvre R., Therrien, R., *Comparing vulnerability mapping methods in two Canadian hydrogeological setting*, 5th Joint GCS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, October 24-27, 8 p., 2004.

Pontlevoy, O., Lefebvre, R., Therrien, R., Martel, R., Ouellet, M., *Numerical modeling of groundwater flow and mass transport in interconnected granular and rock aquifers at the Ville Mercier*. 5th Joint GCS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, October 24-27, 8 p., 2004.

Sudicky, E.A., Di Iorio, T.A., Jones, J.P., Lemieux, J.M., Park, Y.J., McLaren, R.G., Therrien, R., Panday, S., *Flow and contaminant transport in integrated surface-subsurface flow systems at the catchment scale: Numerical solution strategy and application finite-element models*, MODFLOW and More 2004, Carlsbad, Czech Republic, September 13-16, 2004.

Sudicky, E.A., Di Iorio, T.A., Jones, McLaren, R.G., Therrien, R., *Holistic simulation on flow and contaminant transport in integrated surface-subsurface flow systems at the catchment scale*, 5th Joint GCS/1AH Groundwater Specialty Conference, Québec, Canada, October 24-27, 8 p., 2004.

Vidal, M., Cloutier, A., Fortin, A., *Modélisation par éléments finis du procédé de pressage des panneaux MDF*, 72e Congrès de l'ACFAS - Colloque 208, Montréal, 10 au 14 mai, 2004.

