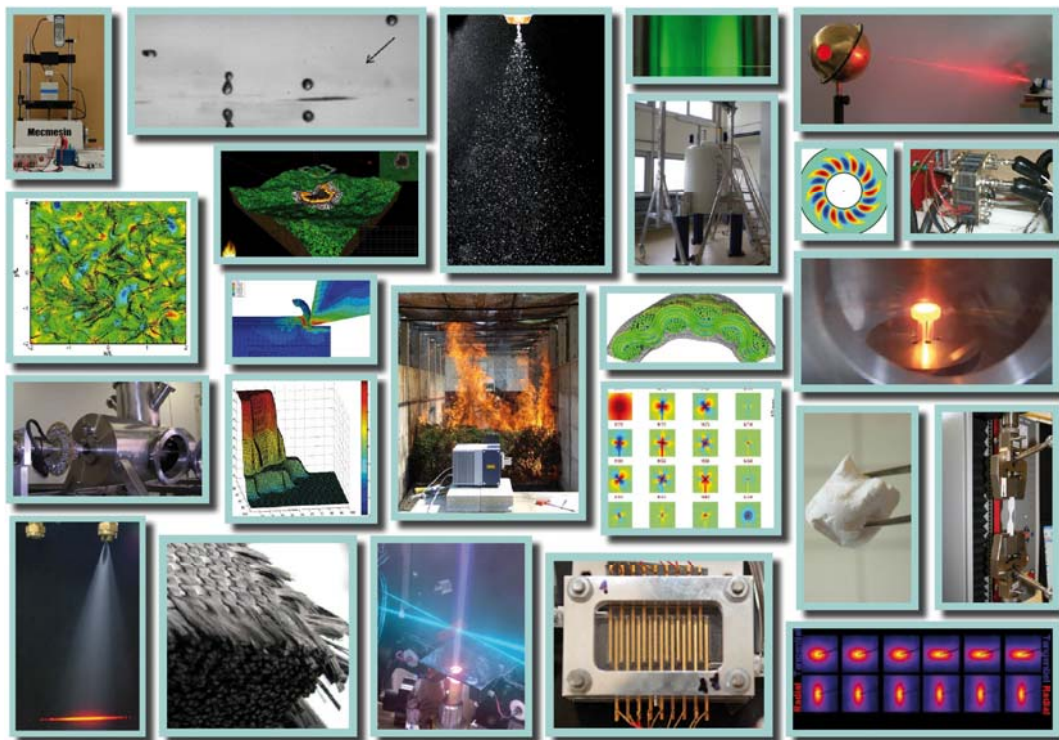


**Sujets de thèse susceptibles d'être financés
par un contrat doctoral à partir d'octobre 2011.**

LISTE PRINCIPALE





Laboratoire d'Énergie et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

Groupe de recherche 'Milieux fluides, réactifs, multiphasiques'

A large, decorative swirl graphic in the bottom left corner, mirroring the colors and style of the LEMTA logo, with shades of blue, green, yellow, and red.

LEMTA
2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE
Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

SUJET DE THESE

(Susceptible d'être financé par un contrat doctoral)

Année 2011

www.lemta.fr

TITRE : *Ecoulement de milieux granulaires vibrés*

ENCADREMENT :

Prénom, Nom Christophe Baravian

Email et téléphone : christophe.baravian@ensem.inpl-nancy.fr (tel 0383595727)

Adresse Postale : LEMTA, 2 av de la forêt de Haye BP 160 54504 Vandoeuvre Cedex

NATURE DU TRAVAIL : (*Expérimental, modélisation, numérique*)

Expérimental et modélisation

RESUME : (*300 à 400 caractères, espaces compris*)

Les mécanismes de coulées de boue ou d'affaissement et de glissement de terrains lors des secousses sismiques, même très faibles, restent mal compris. L'objet de cette thèse est d'apporter une compréhension fondamentale des modifications induites par une vibration sur les propriétés physiques et mécaniques de ces milieux, dits granulaires, qui constituent un sujet actuel de recherche de par leur importance dans notre environnement quotidien. De plus, l'intérêt de comprendre les propriétés de ces types de matériau sous sollicitation s'étend à de nombreux secteurs industriels comme l'industrie du bâtiment, l'industrie pharmaceutique, la cosmétologie ou l'agroalimentaire. En effet, lors d'opérations industrielles comme la fabrication, le broyage, le mélange ou la compression, ces milieux sont soumis à des sollicitations mécaniques importantes et la connaissance de leur comportement est primordiale pour optimiser la maîtrise des procédés industriels.

COLLABORATIONS (internationales en particulier):

LRGP (Philippe Marchal) ; LEM (Laurent Michot) ; Université de nouvelle calédonie (Michael Meyer) ; Synchrotron SLS – ligne TOMCAT, Suisse (Radjmund Mosko)

LEMTA

2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160

54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE

Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51

SUJET DETAILLE :



Les milieux granulaires sont des milieux dispersés composés de particules de taille typiquement supérieure à quelques dizaines de microns. Ils possèdent des propriétés physiques particulières lorsqu'ils sont sollicités mécaniquement. En particulier, ils se comportent comme des solides au repos et sont susceptibles de couler, quasiment au même titre qu'un fluide, sous l'effet, par exemple, d'une contrainte de cisaillement. Ces milieux peuvent se trouver très communément dans la nature sous forme sèche (le sable, par exemple), mais également sous forme humide, voir totalement saturée en eau (tels que les minerais argileux ou les bétons). A l'état de repos, les forces liées à la friction entre les grains dominent le comportement mécanique du milieu (contrainte seuil et élasticité en particulier). S'ils sont soumis à une vibration ou à un apport en eau, une modification, même infime, du volume libre disponible entre les grains peut induire

une très forte diminution des forces de cohésions entre les particules, pouvant aller jusqu'à l'écoulement de ces milieux, aussi bien dans le cas de dispersions sèches (écroulement de talus) que pour des dispersions saturées en eau (coulée de boue, glissement de terrain, voir photo ci-dessus). Nous proposons dans le cadre de cette thèse une étude fondamentale de l'influence d'une vibration sur l'ensemble du comportement mécanique des matériaux (viscosité, seuil d'écoulement, élasticité) en fonction de l'humidité, de la taille et de la densité de granulaires modèles (billes de verres) et réelles (sables, argiles). A ces fins, un dispositif de vibration couplé à un rhéomètre, unique en son genre, est déjà opérationnel (fig 1) et quelques tests de faisabilité ont déjà été réalisés, montrant l'influence considérable de l'énergie de vibration sur la consistance de ces milieux (fig 2). Il reste à présent à mener une étude complète en fonction des différentes forces mises en jeu (cisaillement, vibration et poids). Cette étude, expérimentale dans un premier temps afin de déterminer les paramètres physiques pertinents, s'accompagnera d'une modélisation complète inspirée des granulaires secs pour tenter de relier, de façon continue, le comportement du matériau depuis son état sec jusqu'à l'état saturé en eau. Nous souhaitons également, en complément de cette étude rhéologique, analyser les propriétés dynamiques de ces milieux vibrés par RMN et IRM ainsi que par diffusion dynamique de la lumière. D'autre part, une campagne de mesure sur synchrotron (ligne TOMCAT, Suisse Light Source) est en cours d'élaboration afin d'utiliser la tomographie par rayons X pour caractériser les déplacements et réarrangements des grains se produisant sous sollicitation.

Nous espérons ainsi mieux comprendre les phénomènes de déstabilisation des sols sous l'influence de chocs sismiques et de pluviométries importantes, afin de détecter des zones territoriales à risques et de prévenir, par un traitement adéquat, les phénomènes de glissement de terrain, d'écoulement de minerais argileux et de coulées de boues. Cette demande de thèse s'inscrit dans un projet de la Fédération de Recherche Jacques Villermaux (FR CNRS 2863) issu d'une collaboration commune entre le LEMTA (UMR CNRS 7563), le LRGP (UPR CNRS 3349) et le LEM (UMR CNRS 7569).

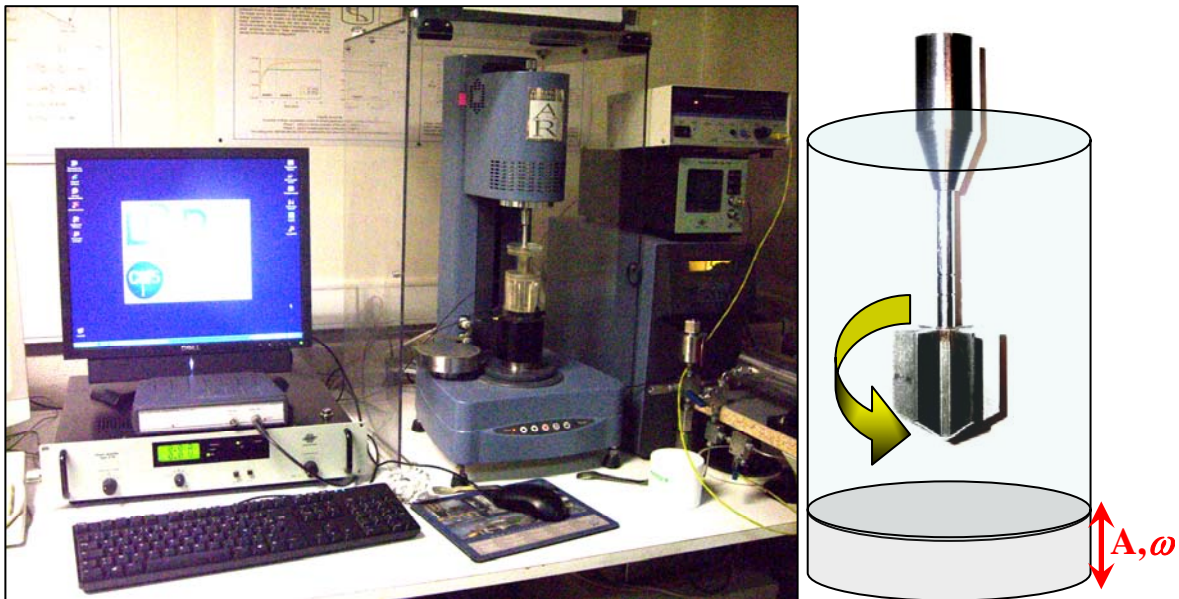


Fig. 1 Dispositif expérimental : Rhéomètre et cellule de vibration couplée
A : Amplitude de vibration ; ω : fréquence de vibration

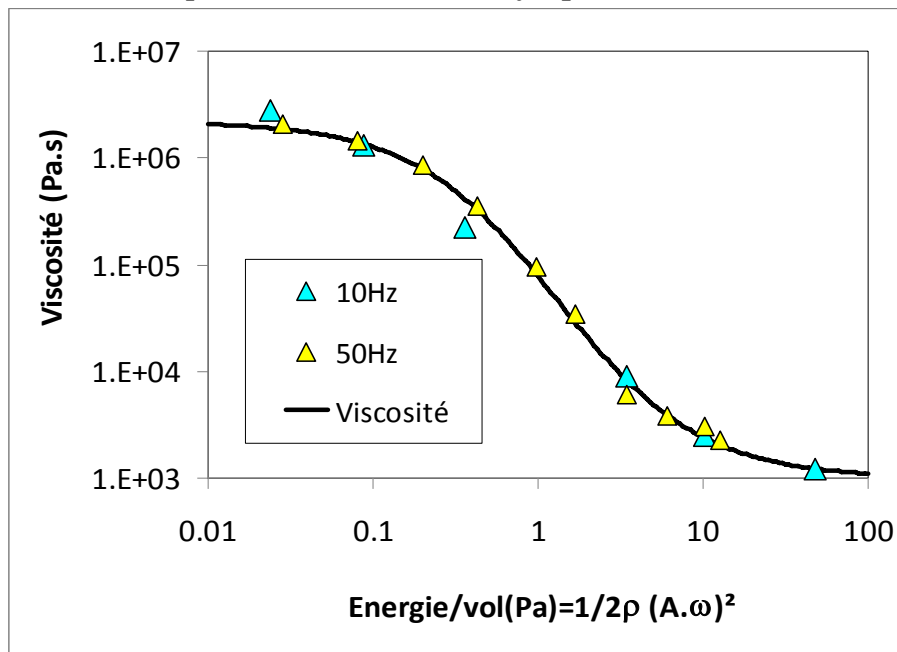


Fig 2 Viscosité mesurée par le dispositif en fonction de l'énergie de vibration pour un minéral de Nickel de Nouvelle Calédonie



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

SUJET DE THESE (Susceptible d'être financé par un contrat doctoral) Année 2011 www.lemta.fr
TITRE : Etude de l'évaporation de gouttes en interaction dans les sprays multicomposants
ENCADREMENT : Prénom, Nom: Guillaume Castanet, Chargé de Recherche au CNRS Fabrice Lemoine, Professeur à l'INPL http://lemta.ensem.inpl-nancy.fr/comb_diph.html Email et téléphone : guillaume.castanet@ensem.inpl-nancy.fr 03 83 59 56 46 fabrice.Lemoine@ensem.inpl-nancy.fr 03 83 59 57 32 Adresse Postale : LEMTA – CNRS UMR 7563 2 avenue de la Forêt de Haye BP 160 - 54504 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex
NATURE DU TRAVAIL : (<i>Expérimental, modélisation, numérique</i>) Expérimental essentiellement, couplé à des travaux de modélisations en s'appuyant éventuellement sur des simulations numériques
RESUME : (300 à 400 caractères, espaces compris) L'évaporation de gouttes renfermant des produits de volatilités différentes est étudiée expérimentalement par des techniques optiques non-intrusives. Des mesures réalisées dans des configurations de complexité croissante permettent de mettre en évidence l'effet de l'arrangement géométrique des gouttes et de la volatilité des espèces sur les phénomènes d'interaction qui limitent les échanges de chaleur et de matière dans les sprays de combustible.
COLLABORATIONS (internationales en particulier): Sir Ricardo Laboratory, Brighton, UK, Professeur Sergei Sazhin. http://www.brighton.ac.uk/shrl/staff/sazhin.php Cette coopération a donné lieu à 4 co-publications dans des revues internationales à comité de lecture, ces trois dernières années.

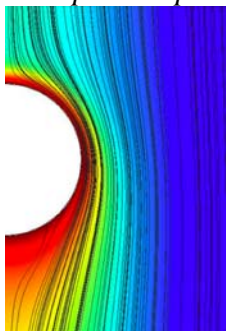
SUJET DETAILLÉ : (environ 1 page, les illustrations sont bienvenues)

Dans un moteur à combustion interne, le combustible liquide est pulvérisé sous la forme d'un spray de fines gouttelettes qui s'échauffent et s'évaporent. La vapeur de combustible se mélange ensuite avec le comburant (l'air atmosphérique dans le cas des moteurs aérobies) et brûle en libérant l'énergie nécessaire à la propulsion. L'optimisation de la combustion est un enjeu important qui doit permettre de réduire la consommation spécifique des moteurs, et ainsi leurs rejets de dioxyde de carbone. Elle doit également permettre de limiter la formation des polluants (oxydes d'azote, hydrocarbures imbrûlés, suies,...) qui sont nuisibles à l'environnement et à la santé humaine. La modélisation des transferts de chaleur et de matière entre les phases liquides et gazeuses du spray constitue l'un des verrous scientifiques les plus importants de cette optimisation. Elle passe notamment par des études expérimentales approfondies qui doivent permettre la construction de modèles physiques hautement prédictifs.

La complexité des phénomènes à étudier est grande. Du fait de la proximité des gouttes, les effets de sillage, réduisent non seulement la traînée aérodynamique mais aussi les échanges de chaleur et de matière entre la phase liquide et la phase gazeuse. La vapeur mise en mouvement et produite par les gouttes modifie l'environnement des gouttes voisines d'autant plus que ces dernières sont proches. Actuellement, peu d'outils de calcul prennent en compte correctement ces interactions liées à l'écartement des gouttes, la plupart s'appuyant sur le modèle bien connu mais entaché d'erreurs de la «goutte isolée» [1].

La nature multi-composante des carburants doit être également prise en compte. Les carburants usuels tels que le kérosène, l'essence et le gazole renferment plusieurs centaines d'espèces chimiques présentant des propriétés physico-chimiques différentes. Les espèces les plus volatiles se vaporisent en premier et leur vapeur est éjectée avec une vitesse plus importante à la surface de la goutte. La vapeur est ainsi transportée plus loin de la surface de la goutte pour ces espèces volatiles (figure 1). Des résultats préliminaires [2] ont mis en évidence une influence de la volatilité sur les phénomènes d'interactions entre les gouttes s'ajoutant à l'effet de leur proximité géométrique. L'objectif de cette thèse est de contribuer à une avancée significative dans la compréhension de ces phénomènes.

a) Cas d'un produit peu volatil



b) Cas d'un produit plus volatil

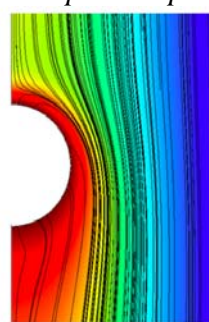
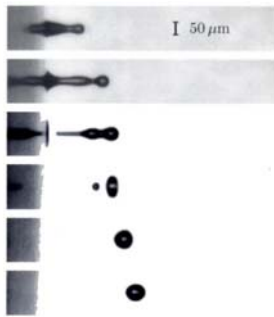


Figure 1: Champ de concentration en vapeur autour d'une goutte placée dans un ligne de gouttes périodiques (en noir les lignes de courant de l'écoulement en phase gazeuse)

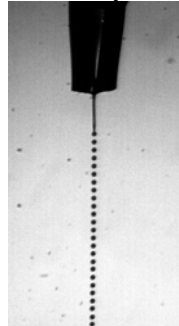
L'étude des sprays réels étant particulièrement complexe, les expériences seront réalisées

dans des configurations idéalisées. Différentes géométries seront ainsi étudiées: gouttelette individuelle (figure 2.a), train de gouttes de tailles calibrées (figure 2.b), matrice de trains de gouttes parallèles (figure 2.c). Les phénomènes d'interaction longitudinaux et latéraux pourront être analysés de manière découplée en comparant les mesures obtenues pour ces différentes situations de complexité croissante. Pour chacune des configurations géométriques envisagées, des gouttes constituées de produits de volatilités différentes ou de mélanges bi ou tri-composants seront injectées dans un écoulement laminaire d'air surchauffée. Cet air pourra être sec ou contenir une fraction contrôlée de vapeur de manière à modifier l'équilibre entre échanges de chaleur et échanges de matière.

a) Injection de gouttes individuelles à la demande



b) Ligne de gouttes monodisperse



c) Matrice de lignes de gouttes monodisperses



Figure 2 : Différents dispositifs d'injections de gouttelettes de taille calibrée

Plusieurs techniques de mesures optiques non intrusives seront mises en œuvre pour caractériser les échanges de chaleur et de matière. La fluorescence induite par laser à deux couleurs, développée au LEMTA permettra de mesurer la température des gouttes. L'interférométrie laser en diffusion avant et en régime pulsé, sera utilisée pour mesurer la taille des gouttes. La vélocimétrie laser Doppler servira à déterminer la vitesse des gouttes afin de convertir la distance parcourue depuis le point d'injection jusqu'au point de mesure en temps de séjour. Les flux d'échanges thermique et massique estimés à partir de ces mesures devraient permettre de développer des modèles d'évaporation et d'échauffement intégrant la volatilité du combustible et l'arrangement géométrique des gouttes injectées. En outre, ces résultats seront mis à profit dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe du Professeur Sergei Sazhin, du Sir Ricardo Laboratory (Brighton, UK), reconnue dans le domaine de la modélisation et la simulation numérique de l'évaporation des sprays, notamment par la mise en œuvre de solutions analytiques des équations de transport. Des échanges réguliers sont prévus avec cette équipe, avec la possibilité d'organiser des séjours scientifiques.

Références:

1. B. Abramzon and W. A. Sirignano, "Droplet vaporization model for spray combustion calculations," International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 32, pp. 1605, 1989.
2. V. Deprédurand, Approche expérimentale de l'évaporation de sprays de combustibles multicomposant. Thèse de l'INPL, 2009.

SUJET DE THESE

(Susceptible d'être financé par un contrat doctoral)

Année 2011

www.lemta.fr**TITRE****Interactions hydrodynamique et thermique d'un milieu végétal avec son milieu
environnant: Contribution à l'étude des feux de forêts****ENCADREMENT****Prénom, Nom** : Olivier SERO-GUILLAUME (DR CNRS)
Email et téléphone : olivier.sero-guillaume@ensem.inpl-nancy.fr 03 83 59 56 04**Prénom, Nom** : Zoubir ACEM (MCF INPL)
Email et téléphone : zoubir.acem@eeigm.inpl-nancy.fr 03 83 59 56 62**Prénom, Nom** : Anthony COLLIN (MCF INPL)
Email et téléphone : anthony.collin@ensem.inpl-nancy.fr 03 83 59 55 55**Adresse Postale** : LEMTA – 2 Avenue de la forêt de Haye – 54504 Vandœuvre lès Nancy**NATURE DU TRAVAIL**

Travail expérimental, modélisation et simulation numérique

RESUME : L'équipe « Feux de Forêts » du LEMTA lance une étude complète sur un ensemble végétal depuis sa représentation jusqu'à sa combustion, en intégrant ses interactions avec son environnement. Sur un plan fondamental, le doctorant participera ainsi à l'étude des transferts de quantité de mouvement et de chaleur qui ont lieu entre la flamme et la végétation lors d'un incendie. Ces échanges sont importants car ils pilotent directement la propagation d'un feu de végétation. Sur un plan appliqué, la thèse permettra la reconstruction et l'étude d'une végétation donnée. Le travail s'accompagnera d'essais de brûlage pilotés par l'équipe feux.

QUALITES RECHERCHEES

- Goût pour l'expérience,
- Attrait pour la mécanique des fluides et la thermique dans les milieux poreux,

- Calcul scientifique.

SUJET DETAILLE

L'étude des feux de forêts suppose d'être capable de caractériser et même reconstruire la végétation. Le projet lancé par l'équipe « Feux » permettra l'étude d'un ensemble végétal depuis sa définition et sa construction, jusqu'à sa combustion, en prévoyant pour cela des travaux de simulation et d'expérimentation. La zone de végétation touchée par la propagation du feu est en fait composée de branches, de feuilles et de gaz. C'est un milieu complexe, tant du point de vue mécanique, que thermique, ou même chimique. La caractérisation des transferts de masse, de quantité de mouvement et d'énergie entre la végétation et le gaz environnant est donc un premier élément déterminant pour la compréhension des phénomènes et pour la propagation des incendies de végétation. Le sujet de thèse portera donc dans un premier temps sur la caractérisation de la végétation comme un milieu continu équivalent par la détermination des paramètres physiques définissant ce nouveau milieu homogène équivalent.

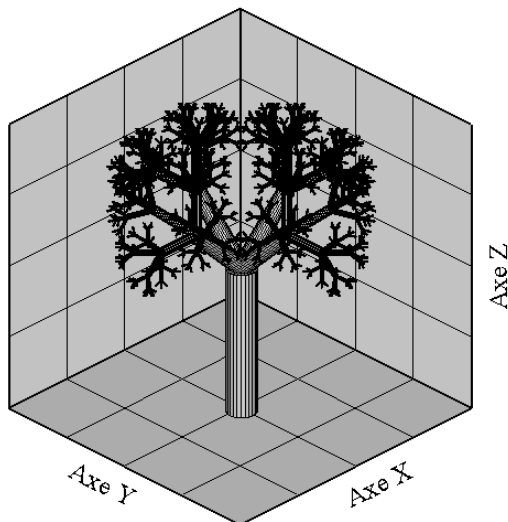


Figure 1 - Reconstruction fractale

L'équipe « Feux de forêts » du LEMTA a développé des outils permettant cette caractérisation, qui reposent en particulier sur une reconstruction fractale de la végétation. Pour l'instant, l'identification des paramètres du modèle de végétation repose uniquement sur une comparaison des distributions verticales de feuilles (LAIz pour Leaf Area Index) des structures réelles et reconstruites numériquement. Les premiers essais effectués sont très encourageants mais ne valident pas totalement l'approche utilisée et ne concernent pas de la végétation typiquement méditerranéenne par

manque de données.

Le premier travail du futur doctorant sera d'améliorer notre connaissance des distributions de feuilles et de branches pour les principales espèces méditerranéennes impliquées dans les

incendies de végétation, comme par exemple le chêne Kermès, le pin Alep, l'Arbousier, ... Cette étape nécessitera d'une part, de prendre en main plusieurs appareils métrologiques tels qu'un palpeur à laser, un LAImètre et d'autre part, d'utiliser des méthodes inverses ou d'optimisation pour reconstruire numériquement le milieu végétal étudié.

Le second travail consistera à développer des modèles hydrodynamiques et thermiques afin de déterminer des lois de comportement concernant les coefficients de traînée, d'échange de chaleur par convection et d'échange radiatif en fonction des paramètres utilisés pour reconstruire le milieu végétal.

Ces lois seront directement utilisées dans un modèle de propagation qui permettra de prédire le comportement des feux de végétation.

Enfin, le troisième volet, plus appliqué, s'attachera à valider les lois de comportement précédemment établies en développant des protocoles expérimentaux qui permettront d'estimer ces grandeurs. Ces mesures, accompagnées de tests de brûlage de végétaux, seront réalisées grâce à la « plateforme feu », centre d'essai en cours de réalisation à l'INPL sur le site de la Bouzule à Laneuvelotte.



Figure 2 - Bras de mesure

COLLABORATIONS

Plusieurs collaborations avec d'autres structures de recherches sont envisagées avec :

- **CEREN** (Gardanne) – Centre d'Essais et de Recherche de l'Entente
- **IUSTI** (Marseille) – Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels
- **SPE** (Corte, Corse) – Laboratoire Science Pour l'Environnement

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. Collin - A. Lamorlette - D. Bernardin - O. Séro-Guillaume. Modelling of tree crowns with realistic morphological features: new reconstruction algorithm based on Iterated



Laboratoire d'Énergie et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

Function System tool, *Ecological Modelling*, Vol. 222, Issue 3, p. 503 - 513, 2011.

- A. Lamorlette - A. Collin - P. Boulet - O. Sero-Guillaume. Numerical evaluation of radiation extinction coefficient using fractal geometry for vegetation modelling, *Numerical Heat Transfer. Part A : Applications*, Vol. 56, Issue 4, p. 360 - 377, 2009.
- A. Lamorlette. Caractérisation macroscopique du milieu végétal pour les modèles physiques de feux de forêts. Thèse Nancy-Université INPL, 2008.

A large, multi-colored swirl graphic, similar to the LEMTA logo, is positioned at the bottom of the page, partially overlapping the contact information.

LEMTA
2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE
Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

Groupe de recherche 'Energie et Transferts'

A large, decorative swirl graphic at the bottom of the page, mirroring the style of the LEMTA logo. It consists of multiple overlapping, curved lines in shades of blue, yellow, and red, creating a sense of motion and energy.

LEMTA
2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE
Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

SUJET DE THESE (Susceptible d'être financé par un contrat doctoral) Année 2011 www.lemta.fr
TITRE : Simulation des mécanismes de transport dans des matériaux nanostructurés : étude des mécanismes de résistance aux interfaces et du couplage électron-phonon.
ENCADREMENT : Prénom, Nom : Directeur David LACROIX ; Co-Directeur de thèse : Sébastien FUMERON Email et téléphone : David.Lacroix@lemta.uhp-nancy.fr , tél. 03 83 68 46 88 ; Sebastien.Fumeron@lemta.uhp-nancy.fr , tél. 03 83 68 43 19. Adresse Postale : LEMTA, Faculté des Sciences et Technologies, BP 70239, 54506 Vandoeuvre les Nancy cedex.
NATURE DU TRAVAIL : modélisation et simulation numérique
RESUME : Le travail de recherche s'intéresse à la modélisation et à la simulation des échanges de chaleur dans des semi-conducteurs nanostructurés. Une attention particulière sera portée aux problèmes de résistance thermique aux interfaces et au couplage entre électrons et phonons. Un des enjeux de ce travail est de parvenir à une meilleure compréhension des mécanismes qui influent sur les propriétés de transport thermique et électrique de ces matériaux.
COLLABORATIONS : CETHIL-INSA Lyon, LET-ENSMA Poitiers, EM2C-Centrale Paris ; laboratoire regroupés au sein du GDR Micro et Nanothermique (GDR Européen en cours)



LEMTA
2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE
Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51

SUJET DETAILLÉ : (environ 1 page, les illustrations sont bienvenues)

Contexte : Le développement rapide des nanotechnologies, notamment dans les domaines de la micro-électronique et de l'optoélectronique, a fait émerger de nouvelles problématiques scientifiques relevant de plusieurs domaines de la physique, tels que ceux des matériaux et de l'énergétique. C'est dans ce cadre que des études visant à fabriquer de nouveaux matériaux, par le biais d'agencements spécifiques aux très petites échelles (nano-structuration), sont développées.

Un des enjeux clairement identifié est l'optimisation des propriétés physiques de ces matériaux telles que la conductivité thermique, que l'on cherchera à accroître ou réduire selon les applications visées. En effet, en jouant sur la nature et l'organisation spatiale de différents éléments atomiques, il est possible de modifier fortement les propriétés macroscopiques de matériaux purs ou d'alliages usuels. Ces propriétés sont souvent conditionnées à la fois par les transferts de phonons et par les transferts d'électrons. L'optimisation de ces derniers constitue donc un enjeu majeur pour des applications telles que la thermoélectricité ou le photovoltaïque : c'est dans ce cadre qu'une thèse de doctorat est proposée.

Sujet proposé : Le sujet porte sur l'étude des transferts de chaleur dans les matériaux semi-conducteurs nanostructurés et plus particulièrement dans les assemblages de type super-réseaux silicium/germanium (empilements périodiques multicouches de Si/Ge - voir figure ci dessous). Dans de tels systèmes, la loi de Fourier n'est plus valide et la compréhension des mécanismes de transport de phonons (porteurs de chaleurs) au niveau des interfaces (diffusion, anomalie de Kapitza...) est fondamentale.

Dans un premier temps, le travail de recherche proposé vise à modéliser et simuler numériquement la conductivité thermique d'un assemblage Si/Ge, et en particulier à implémenter dans un code de calcul existant un modèle de transfert de chaleur au niveau des interfaces. Ce code est basé sur la résolution de l'équation de transport de Boltzmann des phonons par une approche de type Monte Carlo. Il utilise le formalisme des temps de relaxation et les outils de tirage aléatoire pour simuler le transfert d'énergie dans les nanostructures (nanofils, nanofilms, ...). Un post-traitement adapté permet d'accéder à la conductivité thermique, aux températures et flux de chaleur des éléments modélisés. L'enjeu principal de cette partie du travail résidera dans la définition de nouveaux modèles pour ces résistances d'interface. Ces modèles s'appuieront d'une part sur la théorie classique « DMM » (Diffuse Mismatch Model) et d'autre part sur des collaborations avec des équipes travaillant en dynamique moléculaire (groupe du Pr P. Chantrenne au CETIL – INSA Lyon) et sur les fonctions de Green (groupe du DR S. Volz à l'EM2C – Ecole Centrale Paris).

Dans un second temps, nous chercherons également à modéliser l'interaction électron-phonon dans ces matériaux nanostructurés afin de mieux comprendre l'ensemble des processus énergétiques mis en jeu. Ce volet du programme de recherche est important car dans la plupart des études menées jusqu'à présent les aspects thermique et électronique du transport sont souvent découplés. Or, des travaux récents ont montré que l'optimisation des propriétés thermiques pouvait conduire à une forte diminution des performances électriques de ces nouveaux matériaux. Selon les applications visées (voir contexte ci-dessus), ce point peut s'avérer être critique.

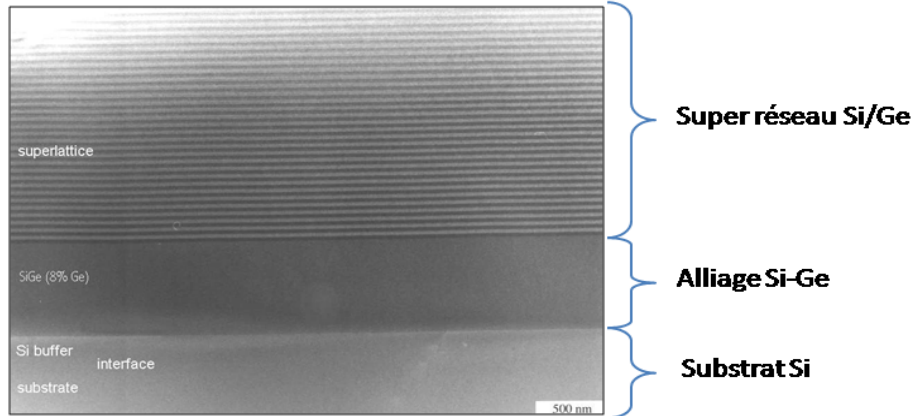


Figure : Super réseau Si/Ge en microscopie électronique à balayage

Organisation & Moyens : La thèse proposée s'inscrit dans le cadre de la thématique des « transferts de chaleur aux petites échelles d'espace et de temps » développée par le LEMTA. Le doctorant intégrera un groupe constitué d'enseignants chercheurs et de thésards (1 Doc, 2 MdC, 1 Pr). En outre, ce projet de recherche s'inscrit dans un programme plus important impliquant d'autres laboratoires concernés par cette thématique (CETHIL-INSA Lyon, LET-ENSMA Poitiers, EM2C-Centrale Paris) et regroupés au sein du GDR Micro et Nanothermique.

Connaissances & compétences requises : Le candidat recruté aura de bonnes connaissances en thermique (transferts conductifs et radiatifs) ainsi qu'en physique. En outre, il sera amené à mettre en œuvre des compétences variées ayant trait notamment à la modélisation et à la simulation numérique.



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

<p style="text-align: center;">SUJET DE THESE (Susceptible d'être financé par un contrat doctoral) Année 2011 www.lemta.fr</p>
<p>TITRE : Développement de méthodes expérimentales RMN / IRM dédiées à l'étude <i>in-situ</i> des phénomènes de transport dans le cœur de pile à combustible à membrane échangeuse de protons.</p>
<p>ENCADREMENT : Directeur : Olivier Lottin, Jean Christophe Perrin Email et téléphone : Olivier.Lottin@esstin.uhp-nancy.fr Adresse Postale : Laboratoire LEMTA 2 Av. de la Forêt de Haye, BP160, 54504 Vandoeuvre Cedex</p>
<p>NATURE DU TRAVAIL : Développement expérimental</p>
<p>RESUME : Ce sujet de thèse propose de développer une méthodologie expérimentale robuste utilisant les outils d'imagerie IRM pour quantifier de façon précise, reproductible, et avec une bonne résolution spatiale et temporelle, la quantité d'eau dans différents éléments du cœur d'une pile à combustible. Ces mesures conduiront à la détermination de paramètres de transport en vue d'une meilleure compréhension et une meilleure maîtrise de la gestion de l'eau dans le cœur des piles à combustible.</p>
<p>COLLABORATIONS (internationales en particulier):</p>

SUJET DETAILLE :

Une des thématiques de recherche de l'équipe Pile concerne le développement de méthodes expérimentales utilisant la spectroscopie par Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) et l'Imagerie par RMN (IRM) pour l'étude des phénomènes de transport (principalement de l'eau) au sein des différents éléments du cœur de pile à combustible. Des travaux expérimentaux, engagés dans le cadre d'une thèse dans la période 2004-2007, ont permis d'obtenir des résultats préliminaires encourageants, démontrant la légitimité de l'utilisation des méthodes IRM pour visualiser l'eau dans un prototype de PEMFC en fonctionnement.

Le sujet de thèse que nous proposons ici porte sur le développement d'une méthodologie IRM originale permettant l'imagerie haute résolution et quantitative de l'eau dans la membrane polymère et dans l'Assemblage Membrane Electrode (AME), constituants centraux des piles à combustible de type PEMFC. Les travaux s'inspireront, dans un premier temps, de méthodes d'imagerie de films minces développées dans le milieu médical pour des mesures histologiques. Le principe d'imagerie de surface utilisant une bobine bidimensionnelle est illustré sur la Figure 1. Une fois la méthode mise au point, celle-ci sera appliquée dans une seconde partie de la thèse à la mesure de profils d'eau dans la tranche de l'AME soumise à différentes conditions d'humidité et de température. Le montage utilisé sera celui décrit Figure 2.

L'objectif scientifique des travaux est principalement de mieux comprendre les propriétés de transport de l'eau dans les AME afin de mettre au point des diagnostics et des remèdes au problème de la gestion de l'eau dans le cœur de pile.

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR Jeunes Chercheuses / Jeunes Chercheurs METHODIQUE déposé par le Laboratoire auprès de l'Agence Nationale de la Recherche en Janvier 2011. Elle sera co-encadrée par Jean-Christophe Perrin, recruté en décembre 2009.

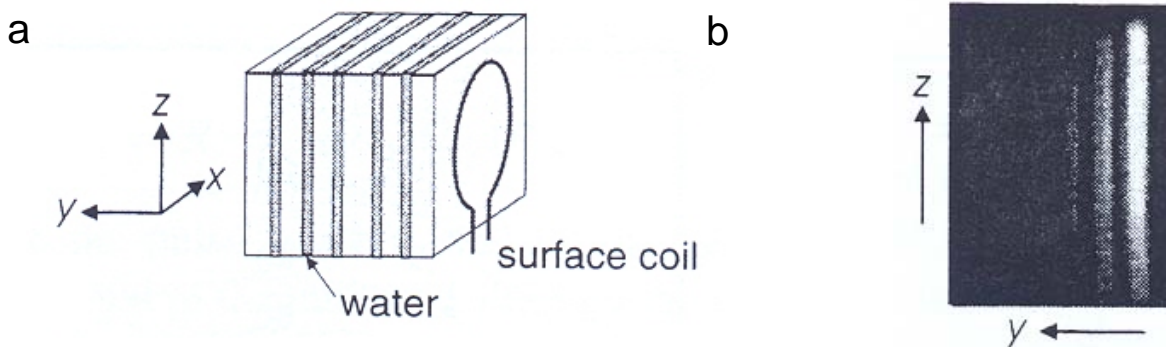


Figure 1. a) Bobine radiofréquence bidimensionnelle placée à la surface de films minces d'eau. b) Image IRM haute résolution correspondante.

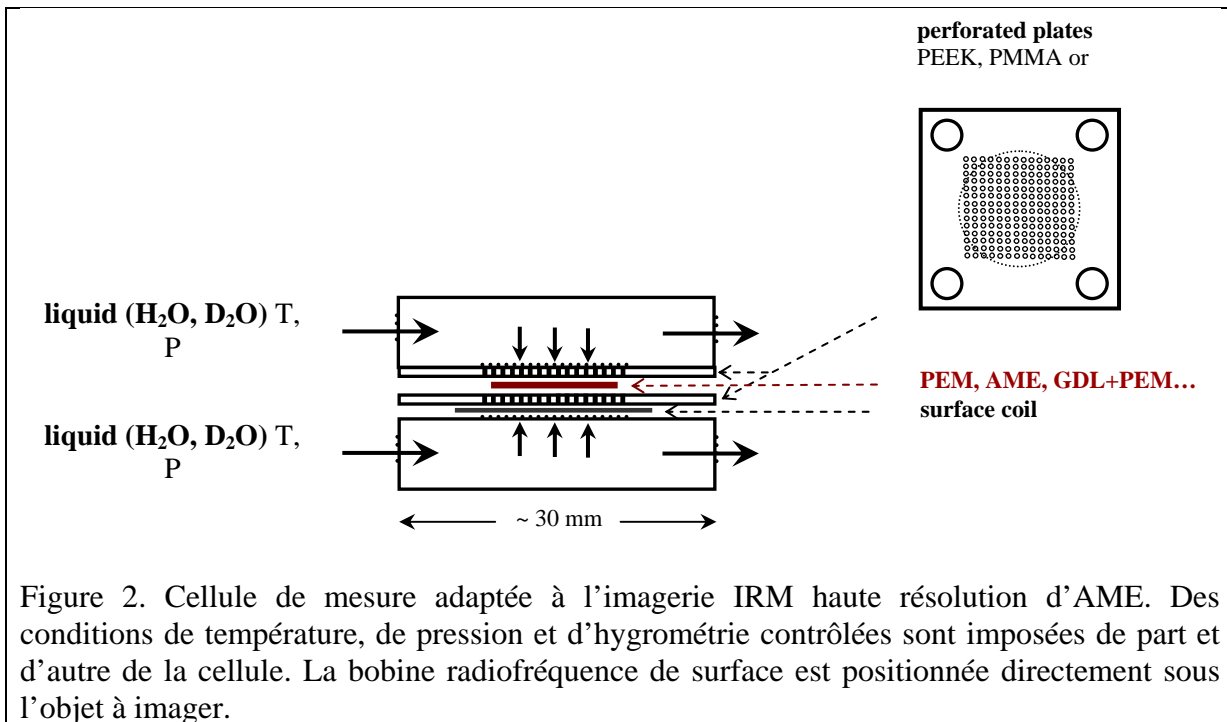


Figure 2. Cellule de mesure adaptée à l'imagerie IRM haute résolution d'AME. Des conditions de température, de pression et d'hygrométrie contrôlées sont imposées de part et d'autre de la cellule. La bobine radiofréquence de surface est positionnée directement sous l'objet à imager.



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

Groupe de recherche 'Mécanique des Matériaux et Structures'

A large, multi-colored swirl graphic, similar to the LEMTA logo, is positioned at the bottom of the page, partially overlapping the contact information.

LEMTA
2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE
Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51



Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique
Théorique et Appliquée - UMR 7563

SUJET DE THESE

(Susceptible d'être financé par un contrat doctoral)

Année 2011

www.lemta.fr

TITRE : Utilisation de mesures de champ thermique et mécanique pour la reconstruction de sources de chaleur thermomécaniques par inversion de l'équation d'advection-diffusion 1D.

ENCADREMENT :

Prénom, Nom Stéphane ANDRE (Dir.) et D.MAILLET (CoDir)

Email et téléphone : stephane.andre@ensem.inpl-nancy.fr

Adresse Postale : LEMTA CNRS 7563, BP 160 - 2,av Forêt de Haye, 54504

VANDOEUVRE

NATURE DU TRAVAIL : (*Expérimental, Modélisation, Numérique*) : *Calcul numérique, domaine de la thermique et Rhéologie Solide*

RESUME : (300 à 400 caractères, espaces compris)

Développer un code de calcul inverse pour reconstruire les champs de sources 1D en présence d'advection et de diffusion de chaleur. Modélisation directe basée sur deux techniques distinctes : approche spectrale (Modes de branche?) et Eléments Finis P2. (Produire et) exploiter des mesures IR de champ de température et de champ de déplacement par corrélation d'images, obtenues sur un polymère soumis à traction simple.

COLLABORATIONS :

SUJET DETAILLÉ : (*environ 1 page, les illustrations sont bienvenues*)

Lorsqu'un matériau est soumis à des déformations mécaniques (régimes élasto-visco-plastiques), voire à un endommagement, les processus microstructuraux provoquent des manifestations thermiques qui se traduisent par des sources (généralement positives) de chaleur. Pouvoir mesurer ces effets serait une vraie source d'information pour comprendre la nature des phénomènes et permettre l'optimisation des matériaux. Malheureusement ce que l'on est capable de mesurer par imagerie infrarouge, c'est le champ de température de la surface de l'éprouvette. Ce champ de température (voir photo ci dessous) est du à la présence des sources qui nous intéressent mais est "pollué" par les inévitables phénomènes de transfert: la chaleur diffuse dans l'échantillon et est advectée lors du déplacement de la matière. Le scientifique n'a pas d'autre alternative que de développer le modèle théorique représentant l'ensemble de ces phénomènes et de se servir des mesures en entrées de modèle pour en déduire ce qui l'intéresse. C'est une problématique dite d'approche inverse, très en vogue dans le monde scientifique depuis le développement d'outils modernes d'imagerie (exemple en médecine avec la reconstruction de tumeurs à partir de scanners RMN).

Le LEMTA dispose des équipements les plus modernes dans le domaine de l'imagerie de champs thermiques (Caméra Titanium de Flir) et de champs de déplacement (système Aramis 3D de corrélations d'images). Des enregistrements vidéo en cours d'essai de traction d'éprouvettes mécaniques pourront être obtenus sur un matériau polymère.

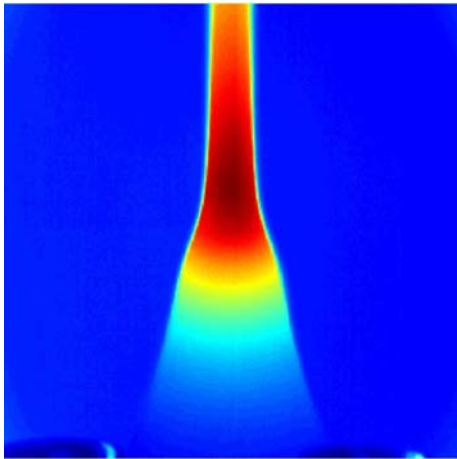
LEMTA

2, avenue de la Forêt de Haye - B.P. 160

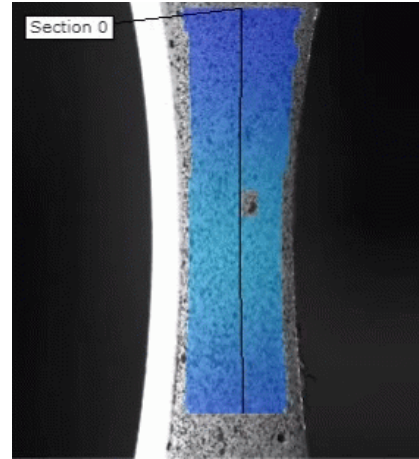
54504 VANDOEUVRE CEDEX - FRANCE

Tél : 03 83 59 59 59 - Fax : 03 83 59 55 51

L'objectif de la thèse est de mettre en œuvre des techniques de calcul numérique adaptées à ce problème et de développer le(s) code(s) de calcul correspondant(s) pour inverser ces mesures et reconstruire le terme source de chaleur. Ce travail passe par deux phases: l'approche directe du problème consistera à développer et valider un code de calcul 1D reposant sur une méthode spectrale (décomposition sur base des modes de branche, polynômes de Chebyshev...) et une méthode locale (éléments finis P2). Les deux méthodes permettront les validations croisées. La seconde phase consistera à intégrer ces modèles directs dans une procédure algorithmique inverse à définir. Elle peut en effet varier selon les spécificités de la modélisation directe.



Champ de température
(Localisation des sources au niveau de la striction)



Champ cinématique
(image réelle captée à partir du mouchetis de peinture et champ de déplacement calculé)

Champs thermique et mécanique obtenu au LEMTA sur une éprouvette de polymère (HDPE)

Ce travail s'inscrit dans la suite d'une thèse déjà effectuée dans le domaine au LEMTA^(*) qui s'était intéressée à la reconstruction de sources 2D mais sans prise en compte du phénomène d'advection. A l'issue de la thèse proposée ici, la question de savoir à partir de quand les effets d'advection doivent être pris en compte (l'erreur commise faite en les négligeant) sera clairement tranchée.

Par la nature de son sujet, cette thèse requiert un candidat disposant d'une solide maîtrise dans les domaines suivants:

- Mathématiques appliquées et éventuellement approches inverses
- Résolution numérique d'EDP
- Maîtrise avancée de la programmation sous Matlab ou langage informatique (C++, Fortran, ...)

Par la nature de son sujet, cette thèse pourra apporter au candidat une solide maîtrise dans les domaines suivants:

- outils d'investigations expérimentales par méthodes d'imagerie "full field"
- modélisation des phénomènes thermiques
- Problématique inverse d'identification au service de la métrologie contemporaine

(*) Norbert Renault, Couplages thermomécaniques - Caractérisation de lois de comportement par essais mécaniques et inversion d'images infrarouges. Thèse de Doctorat INPL, Spécialité Mécanique et Énergétique, 13 décembre 2007.

SUJET DE THESE

(Susceptible d'être financé par un contrat doctoral)

Année 2011

www.lemta.fr

TITRE : Identification causale de comportements mécaniques singuliers sur structures tissées, sur la base d'une confrontation entre modèles numériques et caractérisations expérimentales.

ENCADREMENT : Jean-François Ganghoffer, Stéphane Fontaine

Prénom, Nom

Email et téléphone : jean-francois.Ganghoffer@ensem.inpl-nancy.fr,
stephane.fontaine@uha.fr

Adresse Postale : 12, rue des frères Lumière, 68093 Mulhouse Cedex

NATURE DU TRAVAIL : *Expérimental, modélisation, numérique*

RESUME : *(300 à 400 caractères, espaces compris)*

COLLABORATIONS (internationales en particulier):

SUJET DETAILLÉ : *(environ 1 page, les illustrations sont bienvenues)*

Le sujet proposé s'appuie sur un projet ANR nommé « Mécafibres », démarré en juillet 2008, et qui s'achèvera en janvier 2012. L'objectif principal de la thèse sera la construction d'une boîte à outil logiciel des modèles de comportement mécanique multi-échelles de milieux fibreux secs. Ces modèles prendront en compte des informations fines liées aux constituants élémentaires (fils ou fibres) et à leurs interactions mutuelles (contact, frottement, dégradation, rupture), qui auront été caractérisées par des essais et la mise en oeuvre de techniques appropriés. Outre le raffinement des modèles aux différentes échelles, l'enjeu essentiel se situe au niveau de l'interface et du dialogue entre ces différents modèles.

Une interaction forte sera générée entre développement de modèles et identification des phénomènes et du comportement aux différentes échelles.

Un des verrous scientifiques identifiés dans la transition d'échelles est la prise en compte des aspects statistiques inhérents aux milieux fibreux étudiés.

Objectifs

Modélisation : les aspects de modélisation suivants seront abordés :

- Approche multiéchelles du comportement de monocouches tissées, en mettant en œuvre des méthodes d'homogénéisation discrètes d'une part et des modèles mésoscopiques d'autre part, qui sont en voie de développement au LEMTA depuis quelques années. Les modules effectifs de tissés d'armure variées (toile, satin, sergé) seront calculés en fonction de la géométrie d'une cellule de base (motif élémentaire qui génère le tissé par périodicité), et des propriétés mécaniques des fils. Des lois d'échelle reliant les propriétés effectives des tissés en fonction de leur densité effective seront obtenues, qui permettront une classification et une comparaison de tissés d'armure diverses. Ces méthodes d'homogénéisation seront validées par des simulations éléments finis réalisées au LEMTA.
- Modélisation et simulation des interactions entre fils au sein d'un motif élémentaire, soit compressibilité transverse des fils, frottement inter-fils.
- Les modèles et simulations prédictives développées seront mises à profit pour réaliser des études de sensibilité aux paramètres caractérisant la géométrie de l'armure de base et le comportement mécanique des fils. Ces études pourront aboutir dans une démarche d'optimisation à la conception de tissés optimum.
- Approches statistiques du comportement des structures tissées : des défauts de périodicité apparaissent en raison de l'imperfection du procédé de tissage. Les modèles stochastiques qui seront développés viseront à situer l'impact de ces irrégularités sur le comportement macroscopique.

Identification du comportement

Partant des structures tissées (toiles, sergés, satin) et grâce à son expérience dans le développement de bancs de tests spécifiques, le LPMT identifiera les comportements mécaniques aux échelles des fibres, fils et structures. Les paramètres des modèles à l'échelle des fils seront identifiés par des essais réalisés au LPMT. Les modèles seront validés par des tests mécaniques menés sur des éprouvettes modèles tissées au LEMTA et au LPMT.

Les paramètres des lois de comportements mécaniques sont notamment identifiés par les tests suivants :

- Traction axiale et bi-axiale
- flexion, cisaillement

- Frottement inter fils et inter fibres
- Compressions transverses
- Identification des modules de Poisson
- Identification de transitions comportementales non linéaires

L'agencement complexe des fibres et des fils au sein de structures fibreuses génère des comportements spécifiques. Modifier un paramètre de structure (par exemple le passage d'un satin à sergé ou la modification la masse linéique des fils) génère souvent d'autres bouleversements dans la structure étudiée, ce qui peut induire des comportements radicalement différents. Il est par ailleurs difficile de générer de nombreux échantillons car la chaîne de production est très longue (fibres, filature, tissage). Il sera donc nécessaire d'effectuer un choix judicieux pour la réalisation des textiles.

- L'interaction expérience / simulation permettra alors de lever ces verrous scientifiques pour mieux comprendre la chaîne causale entre modifications structurelles et conséquences comportementales aux différentes échelles des structures étudiées.

Alors que les essais expérimentaux donneront des comportements globaux, par les essais sus cités, qui permettront l'amélioration et la validation des modèles proposés par le LEMTA, ces derniers modèles permettront d'imaginer des comportements optimums en fonction des performances attendues. En bref, les interactions modèles / expérimental prennent corps selon le schéma suivant :

