

le programme

jeunes chercheuses et jeunes chercheurs 2005

**Sciences pour l'ingénieur
(CSD 2)**



USAR
unité support de l'ANR



Sciences pour l'ingénieur (CSD 2)

**Étude par irm et srm
des effets de l'activité physique sur les réserves
lipidiques musculaires chez la personne âgée**

Emmanuelle Canet-Soulas

**Rôle des modifications de la paroi
de *Corynebacterium glutamicum*
au cours de procédés de production d'acides aminés**

Stéphane Delaunay

**Modélisation du comportement
mécanique d'élastomère à architecture contrôlée**

Bruno Fayolle

**Interaction fluide-structure chez les plantes :
mouvements rapides et ascension de la sève**

Yoël Forterre

**SUPERvision ENERgétique de centrales
dispersées de production multi source permettant la fourniture
de services "système" au sein d'un micro réseau**

Bruno François

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

**Microsystème Optique d'Analyse
*Spectro-Tomographique temps-réel
pour la détection précoce du cancer cutané***

Luc Froehly

**Modélisation des structures
*en mise en forme par solidification***

Charles-André Gandin

**Intégration de procédés plasmas
*fonctionnant à la pression atmosphérique dans la réalisation
de cellules photovoltaïques organiques***

Nicolas Gherardi

**Prévision physiquement fondée
*de la rupture dynamique***

Anthony Gravouil

**Développements de procédés de fabrication
*de membranes nanostructurées et résistantes aux solvants***

Jean-François Lahitte

**Études expérimentales et modélisation
*de décharges électriques simulant certains aspects des plasmas
de bords dans le cadre du programme international ITER***

Guillaume Lombardi

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Jeune équipe :
**« Dynamique des Sprays en évaporation et en combustion »,
modélisation mathématique, simulation numérique
et caractérisation expérimentale**

Marc Massot

**Développement de nouvelles techniques
de détection per-opératoire pour l'assistance
au traitement chirurgical des tumeurs cérébrales**

Laurent Ménard

**Optimisation de procédés membranaires
assistée par une approche de type génie
d'élaboration de la membrane**

Delphine Paolucci-Jeanjean

**Transferts couplés
rayonnement conduction aux petites échelles**

Gilles Parent

**Cellules Souches Mésenchymateuses
et Ingénierie du Cartilage**

Astrid Pinzano

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Microfluidique Particulaire
Appliquée aux Mousses

Olivier Pitois

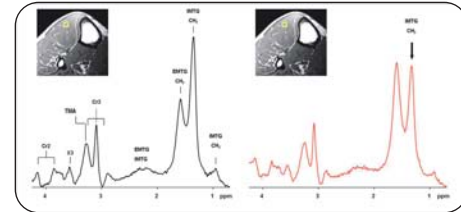
Modélisation de composants
électrochimiques hybrides

Delphine Riu

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Étude par irm et srm des effets de l'activité physique sur les réserves lipidiques musculaires chez la personne âgée

Emmanuelle Canet-Soulas



Spectre RMN sur le muscle tibialis antérieur acquis avant l'exercice (à gauche) et après les deux heures de marche (à droite) illustrant la diminution du pic de triglycérides intramyocytaires (IMTG). Dans les encarts, l'image permettant de replacer de manière précise le voxel de mesure dans le muscle, en évitant des contaminations de lipides extracellulaires.

PR STAPS, CREATIS-LRMN, UMR CNRS 5220

Acronyme LIMC
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 120 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 21,6
Autres IT :
Recrutés : 58,3

Discipline
Mots clés

Sciences pour l'ingénieur

- Spectroscopie par résonance magnétique in vivo
- Triglycérides intramusculaires
- Vieillesse
- Activité physique
- Flexibilité métabolique

Résumé

La flexibilité métabolique (capacité à mobiliser les différents substrats énergétiques en fonction des états physiologiques) est très atteinte dans des pathologies telles que le diabète et l'obésité, et diminue avec l'âge et la sédentarité. L'activité physique permet de préserver (chez les sportifs), voire de restaurer (par l'entraînement) une certaine capacité à mobiliser les différents substrats, et en particulier les réserves lipidiques musculaires. La spectroscopie par résonance magnétique (SRM) permet une mesure non invasive des triglycérides stockés dans la fibre musculaire et d'évaluer la mobilisation de ces ressources par l'exercice d'endurance.

Les mesures SRM que nous avons obtenues chez 12 sujets âgés de 70 ans en moyenne et actifs montrent une bonne capacité à utiliser les réserves lipidiques musculaires lors d'une épreuve de marche de 2 heures. L'examen SRM apparaît parfaitement indiqué pour l'évaluation non invasive de l'effet de l'activité physique, ou d'interventions diététiques et/ou médicamenteuses sur le métabolisme lipidique musculaire dans des populations à risque.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La grande variabilité des réserves lipidiques et de leur utilisation d'un sujet à l'autre impose l'exploration des relations entre les différents paramètres physiologiques et la prise en compte des critères de qualité de vie et d'alimentation, ainsi que des facteurs socio-psychologiques. Une organisation pluri-disciplinaire dans un centre d'investigation clinique avec des approches mécanistiques de biologie fonctionnelle musculaire est donc un pré-requis. Il s'agissait pour le porteur du projet d'une nouvelle thématique avec la mise en place du réseau de collaboration pour la réalisation des prestations cliniques.

Grâce à ces partenariats, le projet se poursuit avec un financement de la fondation Caisse d'Épargne, chez des sujets sédentaires participant à un programme individualisé de « remise en forme », avec l'accès à une plateforme de réentraînement, en y incluant tous ces facteurs.

Résultats majeurs

Les mesures RMN obtenues chez 12 sujets âgés ($69,4 \pm 5$ ans) actifs ($VO_{2max} 33,9 \pm 5.2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) montrent une bonne capacité à utiliser les réserves lipidiques musculaires lors d'une épreuve de marche de 2 heures à une intensité de 50 % de leur VO_{2max} . La moyenne de mobilisation de ces réserves lipidiques musculaires (- 20 % après la marche) indique le maintien de la flexibilité métabolique chez ces personnes actives. Néanmoins, la grande variabilité des réserves et de l'utilisation des triglycérides d'un sujet à l'autre impose l'exploration des relations entre les différents paramètres physiologiques et la prise en compte des critères de qualité de vie et d'alimentation, ainsi que des facteurs socio-psychologiques. Dans ce type d'étude, les mesures RMN doivent être interprétées dans une approche globale intégrant les autres facteurs impliqués dans la perte de flexibilité métabolique.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

Conférences

Invitées

- E. Canet-Soulas. Apport de la spectroscopie RMN sur l'évaluation des réserves lipidiques et de leur mobilisation : applications potentielles. Conférence invitée, 25ème Congrès annuel de la Société Francophone de Nutrition Clinique et Métabolisme (SFNEP), Montpellier, 28-30 Novembre 2007.

Colloques : 2

Rôle des modifications de la paroi de *Corynebacterium glutamicum* au cours de procédés de production d'acides aminés

Stéphane Delaunay



Corynebacterium glutamicum 2262 (grossissement x1000)

Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, UPR 6811 CNRS

| | | | |
|-------------------------|---|-------------------|--|
| Acronyme | CORYPAR | Discipline | Sciences pour l'ingénieur |
| Edition | 2005 | Mots clés | <ul style="list-style-type: none">• Génie des procédés• Glutamate• Enveloppe cellulaire• Acides corynomycoliques• α-Cétoglutarate déshydrogénase |
| Durée du projet | 36 mois | | |
| Financement | 150 000 € | | |
| Personnels (H-m) | C + EC + IR : 64,8 Autres IT : 14,5 Recrutés : 20 | | |

Résumé

Les procédés producteurs de glutamate par les corynébactéries représentent des fermentations industrielles majeures (1 500 000 t glutamate/an). Au cours du procédé de fermentation thermo-induit mettant en œuvre *Corynebacterium glutamicum* 2262, les mécanismes d'induction de l'excrétion du glutamate du milieu intracellulaire vers le milieu extracellulaire demeurent incompris. En particulier, le rôle de l'enveloppe, des enzymes intracellulaires responsables de la production du glutamate et des protéines de régulation reste à caractériser. Comparativement aux autres bactéries à Gram positif, les corynébactéries possèdent une enveloppe inhabituelle présentant à son bord extérieur une

bicouche lipidique composée d'acides corynomycoliques. L'importance de cette bicouche lors du procédé de production de glutamate est encore mal connue. Au cours de ce projet nous avons précisé sa composition et ses variations au cours du procédé de production de glutamate et supprimé cette bicouche lipidique externe par génie génétique. Nous nous sommes également intéressés à la régulation d'un complexe enzymatique clé dans la voie de biosynthèse du glutamate, l' α -cétoglutarate déshydrogénase. Lors de la phase d'excrétion intense, son activité est fortement réduite voire annulée ce qui engendre une redirection du flux de carbone vers la synthèse du glutamate.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le principal défi de ce projet résidait dans son approche multi-échelle allant du génome bactérien au procédé de production. Étant donné la complexité des phénomènes de régulation mis en œuvre dans le déclenchement de l'excrétion d'acides aminés chez des souches surproductrices, seule une approche de ce type nous semblait susceptible de nous fournir des informations originales. Par conséquent, de nombreux outils tels que, par exemple, les gels bidimensionnels et l'anisotropie de fluorescence ont dû être maîtrisés. Pour mener à bien ce projet, l'obtention d'un mutant, issu d'une souche de *C. glutamicum* surproductrice de glutamate, incapable de synthétiser des acides corynomycologiques et donc dépourvu de bicouche lipidique externe était indispensable.

Résultats majeurs

Un modèle métabolique original reprenant les différentes modifications physiologiques aboutissant à l'induction de l'excrétion du glutamate a pu être établi. Dans un premier temps, l'élévation de la température du milieu de culture, ressentie au niveau de la bicouche externe d'acides corynomycologiques, se traduit par une modification de la régulation du métabolisme central. La déphosphorylation de la protéine régulatrice OdhI provoque une inhibition de l' α -cétoglutarate déshydrogénase qui engendre une réorientation du flux carboné vers la synthèse de glutamate. Le stress thermique induit également une modification de la composition de la bicouche lipidique externe, et ainsi un changement de sa fluidité, parfaitement corrélée avec la capacité d'excrétion du glutamate par la bactérie.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Bokas D., Uy D., Grattepanche F., Duportail G., Guédon E., Delaunay S. et Goergen J.-L., Cell envelope fluidity modification for an effective glutamate excretion in *Corynebacterium glutamicum* 2262, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2007, 76, 773-781.

Conférences

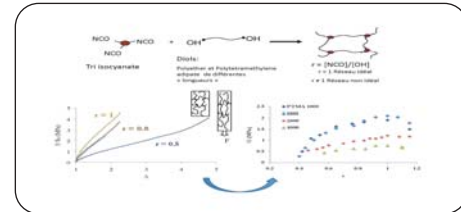
Invitées

- Boudrant J., Barbouche N., Mehmood N., Boulaya K., Clincke M.-F., Olmos E., Delaunay S., Goergen J.-L., Guédon E. et Marc A. Stress during cell culture processes, 13th International Biotechnology Symposium and Exhibition, *Biotechnology for the Sustainability of Human Society*, 12-17 octobre 2008, Dalian, Chine. *Journal of Biotechnology*, 136S, 2008, S115.

Colloques : 2

Modélisation du comportement mécanique d'élastomère à architecture contrôlée

Bruno Fayolle



Synthèse et évaluation des propriétés mécaniques de réseaux polyuréthane « modèles ». Rôle de la structure macromoléculaire sur les propriétés hyper-élastiques.

LIM (UMR 8006) - Arts et Métiers ParisTech

Acronyme MELAC05-JCJC-0028
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 80 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 41
Autres IT :
Recrutés : 12

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Caoutchouc
- Réseau macromoléculaire
- Hyperélasticité
- Dynamique moléculaire
- Effet Mullins

Résumé

Le but de cette étude était de relier le comportement mécanique de matériaux élastomères aux paramètres physiques caractérisant leur microstructure. Pour cela, deux approches ont été suivies.

La première approche a consisté à mettre en œuvre et à soumettre à des tests mécaniques des matériaux élastomères dont la microstructure était contrôlée. Ainsi, deux types de matériaux ont été étudiés :

- Des réseaux polyuréthanes dont la microstructure a été caractérisée à l'aide de la connaissance des produits de synthèse et de différentes techniques expérimentales,

- Des réseaux SBR chargés dont le pourcentage de noirs de carbone était contrôlé.

Les essais mécaniques et physiques réalisés ont permis de faire le lien entre des caractéristiques mécaniques telles que le module caoutchoutique ou l'adoucissement Mullins et la structure physique des élastomères.

La seconde approche a consisté à simuler le comportement mécanique en compression d'un élastomère polyisoprène par dynamique moléculaire afin de mieux comprendre la source physique du module de compressibilité dans les élastomères.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Trois points durs ont été identifiés lors de cette étude :

1. Réaliser des réseaux contrôlés simples grandement déformables est difficile.
2. L'effet Mullins bien qu'observé depuis plus d'un siècle est un phénomène dont la source physique est encore inconnue. La littérature traitant de cet effet appartient à plusieurs domaines, mécanique, physique, expérimental et théorique. Il était nécessaire de faire une revue afin de clarifier les apports, à la fois expérimentaux et théoriques, existants avant de proposer d'aller plus loin.
3. Il existe relativement peu d'études traitant du comportement mécanique des polymères en dynamique moléculaire. Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de mode opératoire standard pour simuler le comportement mécanique de polymères.

Résultats majeurs

1. Des relations entre la structure de réseau et les propriétés élastiques ont été identifiées. Parallèlement, on a mis en évidence un critère macromoléculaire permettant de prédire les propriétés à la rupture.
2. Il semble que l'effet Mullins soit un adoucissement observé uniquement dans les élastomères chargés ou cristallisables ou contenant des cristallites. Ces renforts induiraient une concentration de déformation nécessaire à l'occurrence de l'effet Mullins.
3. La dépendance en température du module de compressibilité dans les élastomères est principalement gouvernée par les interactions de van der Waals. Cependant, au dessus de la température de transition vitreuse, la contribution entropique au module de compressibilité n'est pas négligeable. Elle semble indépendante de la température au premier ordre.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Molecular dynamics simulations of the compressibility of amorphous polymers, J. Diani, B. Fayolle, P. Gilormini, *Molecular Simulation*, 2008, 24, 1143-1148.
- A review on the Mullins effect, J. Diani, B. Fayolle, P. Gilormini, *European Polymer Journal* sous presse

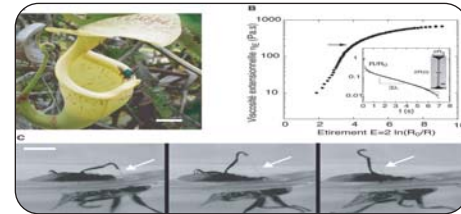
Conférences

Invitées

- "Dangling chain effect on the modulus of polyurethane networks" Fayolle, Bruno; Diani, Julie; Gilormini, Pierre, APS March Meeting 2008, 7-13 March 2008, New Orleans
- "Physical understanding of the bulk modulus of polyisoprene by molecular dynamics simulations" Diani, Julie; Fayolle, Bruno; Gilormini, Pierre APS March Meeting 2008, 7-13 March 2008, New Orleans

Interaction fluide-structure chez les plantes : *mouvements rapides et ascension de la sève*

Yoël Forterre



Piège viscoélastique chez les plantes carnivores *Nepenthes*. A, Urne de *Nepenthes rafflesiana* (Bornéo). B, Séquence dynamique montrant une mouche dans le liquide digestif avec un filament viscoélastique attaché à sa patte ($\Delta t = 80$ ms). C) Mesure de viscosité élongationnelle et temps de relaxation élastique par suivi de la dynamique d'amincissement capillaire d'un filament étiré. Barre d'échelle : 1 cm (A), 3 mm (B).

IUSTI, UMR 6595, Polytech Marseille

Acronyme MECAPLANTE
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 100 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 58
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Biomécanique
- Fluides complexes
- Mouvement osmotique
- Biomimétisme
- Plantes

Résumé

Comment faire bouger des plaques ou faire s'écouler un liquide quand on n'a ni pompe ni muscle ? Cette question - beaucoup débattue en microfluidique - a depuis longtemps été résolue par les plantes. Notre projet consiste à étudier le couplage entre phénomènes élastiques et hydrodynamiques chez les plantes à travers deux exemples : les mouvements rapides et l'ascension de la sève. Les avancées récentes en hydrodynamique physique (fluides complexes, phénomènes d'interfaces) et en élasticité (instabilités de coques et plaques minces) permettent aujourd'hui de prendre en compte explicitement ce couplage élasticité/

hydrodynamique dans le cas de tissus mous fortement déformés (tissu végétal). La démarche que nous proposons est de combiner expériences sur des systèmes physiques modèles et expériences in vivo sur les plantes, en forte collaboration avec des équipes de physiologie et écologie végétale. À terme, l'objectif de ce projet est de proposer de nouvelles applications biomimétiques s'inspirant des mécanismes moteurs utilisés par les végétaux (pompes en microfluidique, identification de biopolymère originaux).

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Un des principaux défis de ce projet était son caractère fortement pluridisciplinaire. La collaboration physiciens/biologistes mise en place durant le projet a nécessité un apprentissage important aux méthodologies et objectifs de chacun. D'un point de vue scientifique, les mécanismes physiques à l'origine des mouvements « sans muscle » des végétaux étaient encore largement mal compris au début du projet. Leur compréhension nécessitait la mise au point d'outils de mécanique et mécanique des fluides originaux adaptés à l'étude d'objets vivants (mécanique des tissus, microfluidique à l'échelle de la cellule végétale, microrhéologie de biopolymère).

Résultats majeurs

Un des principaux résultats de ce projet a été obtenu en collaboration avec L. Gaume (AMAP, CNRS/INRA/CIRAD, Montpellier). Nous avons mis en évidence les propriétés rhéologiques originales du fluide sécrété par les plantes carnivores du genre *Nepenthes*, et leur rôle crucial dans la capture des proies (communiqué presse CNRS). La composition précise de ce biopolymère, unique dans le règne végétal, reste à déterminer : elle pourrait être à l'origine du développement de pesticides biocompatibles. Les autres résultats majeurs du projet concernent la validation sur une expérience modèle du mécanisme de transport osmotique de la sève (en collaboration avec T. Bohr, Danemark); ainsi que les premières mesures de pression à l'échelle de la cellule végétale associée à un mouvement rapide.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- R. Rio, K. Hansen, T. Jensen, T. Bohr, C. Clanet. 2008. Osmotically driven pipe flows and their relation to sugar transport in plants. À paraître dans *J. Fluid. Mech.*
- L. Gaume, Y. Forterre. 2007. A viscoelastic deadly fluid in carnivorous pitcher plants, *PLoS ONE* 11 : e1185. (accessible en ligne sur <http://www.plosone.org/doi/pone.0001185>).
- Y. Forterre, J. M. Skotheim, J. Dumais, L. Mahadevan, 2005. How the Venus flytrap snaps, *Nature*, 433 : 421-425.

Conférences

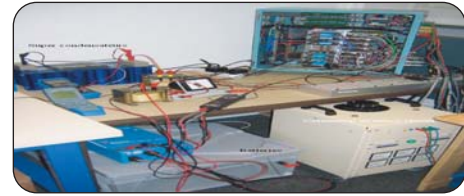
Invitées

- Conférence Internationale Jacques Monod : Ecological Physical-Chemistry of Organisms, Roskoff, France, 2005.
- Ecole interdisciplinaire CNRS de Berder, Signaux en biologie, 2005.
- Conférences grand public (ENS Paris 2006, ENS Lyon 2005, Université de Rennes 2006)

Colloques : 4

SUPERvision ENERgétique de centrales dispersées *de production multi source permettant la fourniture de services “système” au sein d’un micro réseau*

Bruno François



Électronique de puissance et commande du générateur actif à base de PV

Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance de Lille, Ecole centrale de Lille

| | |
|-------------------------|--|
| Acronyme | SUPERENER |
| Edition | 2005 |
| Durée du projet | 36 mois |
| Financement | 148 235 € |
| Personnels (H-m) | C + EC + IR : 49 Autres IT : Recrutés : 24 |

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Microréseau
- Supervision
- Energie renouvelable
- Stockage
- Gestion

Résumé

L'arrivée de nombreuses unités de faible production électrique non interfacées avec un poste de supervision conduira indéniablement dans un premier temps à de profondes mutations sur la gestion du système électrique actuel. Une évolution vers de nouvelles architectures de réseau électrique bien adaptées à ces nouveaux modes de production dispersée sera à imaginer pour les temps futurs. Afin d'améliorer la fiabilité, une nouvelle architecture consiste à regrouper les différents producteurs et consommateurs autour d'un réseau moyenne tension pouvant fonctionner en îlotage ou connecté au reste du réseau principal.

L'objectif de ce projet était, tout d'abord, de trouver des solutions technologiques permettant de pouvoir utiliser des générateurs à base d'énergie renouvelable pour régler un micro réseau et permettre son fonctionnement correct. Ensuite, il convient de gérer d'une façon technique et économique les déséquilibres entre la production électrique de tous ces générateurs et la consommation et ceci pour l'ensemble du micro réseau. Une supervision globale pour la répartition de l'énergie à délivrer et des différents services pour le réglage du micro réseau a été imaginée et mise en œuvre.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La production d'électricité d'origine « renouvelable » est difficilement prévisible ou très fluctuante (éolien, solaire). Il en résulte pour ces générateurs une seconde difficulté : l'absence de participation aux services système, parmi lesquels le réglage de la fréquence ou encore au réglage de la tension et de la compensation de l'énergie réactive. Ils se comportent comme des générateurs passifs du point de vue de la gestion d'un réseau électrique.

En outre, la répartition des services système, les coûts d'exploitation et l'impact environnemental constituent autant de contraintes pour concevoir une supervision globale de l'ensemble de ces générateurs regroupés dans un micro réseau.

Résultats majeurs

1) Transformation des générateurs à base d'énergie renouvelable en générateurs actifs pouvant participer à la gestion d'un micro réseau. Ceci inclut la conception de nouveaux générateurs éoliens et PV afin d'intégrer du stockage permettant de garantir une marge de disponibilité énergétique, la validation d'une structure hiérarchique du dispositif de ces générateurs permettant de gérer les flux internes de puissance (entre le générateur, le stockage et le réseau) ainsi que la fourniture de possibilités d'action pour le réglage du micro réseau.

2) Proposition d'une supervision centrale d'un micro réseau intégrant les spécificités de ces nouveaux types de générateurs et leur capacité à participer à la gestion du réseau.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Zhou, B. Francois, M.EL.H. Lebbal, S. Lecoecuche, Real-Time Emulation of a Hydrogen Production Process for assessment of an Active Wind Energy Conversion System, Accepté pour publication dans IEEE Transaction on Industrial Electronics
- D. Lu, H. Fakhm, B. Francois, Energy management system with Petri Nets of a photovoltaic based power station including storage units, Accepté pour publication dans Renewable Energy, Elsevier
- T. Zhou, B. Francois, Modeling and Control Design of Hydrogen Production Process for an Active Hydrogen/Wind Hybrid Power System, accepté pour publication dans International Journal of Hydrogen Energy Elsevier
- T.V. Courtecuisse, M. El Mokadem, B. Robyns, B. François, M. Petit, J. Deuse, Supervision par logique floue d'un système éolien à vitesse variable en vue de contribuer au réglage primaire de fréquence, Revue Internationale de Génie Electrique, Hermès, No4-5, juillet-octobre 2008, p. 423-453

Conférences

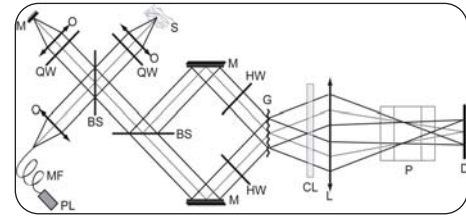
Invitées

- "Multi Time Scale Modeling for the Control Design of a Grid Connected Micro Turbine Generator by Power Electronic Converters", P. LI, P. DEGOBERT, B. ROBYNS, B. FRANÇOIS, IEEE International Symposium on Industrial Electronics : ISIE'2006, Montreal (CANADA), July 2006
- "Modeling and Control of a Micro Gas Turbine Generator by Using Causal Ordering Graph", P. LI, P. DEGOBERT, B. ROBYNS, B. FRANÇOIS, Computational Engineering in Systems : CESA'2006, Pékin, Chine, October 2006

Colloques : 16

Microsystème Optique d'Analyse Spectro-Tomographique temps-réel pour la détection précoce du cancer cutané

Luc Froehly



Dispositif

Institut FEMTO-ST - UMR 6174

Acronyme ASpect-PEAU
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 130 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 48
 Autres IT :
 Recrutés :

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Biopsie optique
- Tomographie optique de cohérence
- Spectroscopie
- Imagerie fonctionnelle

Résumé

Le but de ce projet est la conception et le développement d'une sonde d'analyse spectroscopique tomographique de grande sensibilité. Cette sonde doit permettre à terme de réaliser des coupes histologiques 'fonctionnelles' optiques de tissus (notamment cutanés). Par 'fonctionnelle' on entend une information qui n'est pas simplement une information sur la structure tissulaire mais qui renseigne (de façon plus ou moins directe) sur l'état métabolique du tissu étudié. Notre choix a été de développer un système de Tomographie Optique de

Cohérence (OCT) spectroscopique novateur. L'OCT est en fait une méthode d'échographie optique mais au lieu d'utiliser des ondes sonores on utilise des ondes électromagnétiques ce qui permet d'atteindre une résolution tissulaire de l'ordre du micromètre. L'apport du système que nous avons développé réside dans la synergie que nous avons obtenue entre le temps d'acquisition, la sensibilité des mesures et la fonctionnalisation des mesures (mesures d'absorptions spectralement résolues dans la profondeur du tissu).

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

- Mise en place d'une nouvelle thématique.
- Développement d'un Système d'échographie optique résolu spectralement dont l'essentiel du traitement du signal se fait optiquement.
- Ce système doit conserver (voire améliorer) les performances en termes de vitesse d'acquisition des images, de sensibilité du système, de résolution.

Résultats majeurs

Les résultats scientifiques sont explicités dans le cadre des publications et communications scientifiques réalisées au cours de ce projet. Notons principalement qu'il s'agit du développement d'un système d'imagerie optique non destructif haute résolution au traitement 'tout optique'. En dehors de ces résultats d'autres retombées importantes découlent de l'aspect scientifique novateur : mon réseau collaboratif à l'issue du projet s'étend maintenant à l'Allemagne (Freiburg, Engelberg), s'insère dans le cadre du PRES Bourgogne Franche-Comté, des collaborations industrielles nouvelles apparaissent (Mauna-Kea tech). Un expert international en OCT (Pr Rainer Leitgeb, université médicale de Vienne, Autriche) vient passer 3 mois fin 2009 au sein de mon équipe pour monter un projet commun.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- L. Froehly, M. Ouadour, L. Furfaro, P. Sandoz, et al, "Spectroscopic OCT by Grating-Based Temporal Correlation Coupled to Optical Spectral Analysis". Int. J. of Biom. Imag., vol. 2008, Article ID 752340, 2008.
- L. Froehly, L. Furfaro, P. Sandoz, P. Jeanningros, "Dispersion compensation properties of grating based direct correlation OCT systems", Accepté dans Opt. Comm. (Octobre 2008)

Conférences

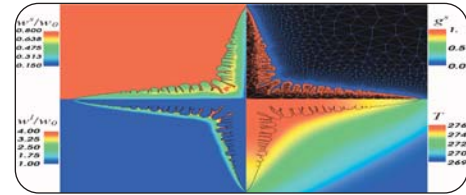
Invitées

- L. Froehly, « Tomographie optique spectralement résolue », Conférence invitée, Optique Grenoble 2007, 2007
- L. Froehly, "Tomographie optique cohérente spectralement résolue", SEMINAIRE INVITE, Institut Fresnel, Marseille, 2007

Colloques : 4

Modélisation des structures en mise en forme par solidification

Charles-André Gandin



Microstructure dendritique modélisée par la méthode des level sets. Les champs de température, T , composition de la phase liquide, composition de la phase solide et fraction de solide sont représentés. La fraction de solide est superposée sur le maillage en éléments finis utilisés pour résoudre les bilans de masse et d'énergie.

Centre de Mise en Forme des Matériaux (CEMEF) - UMR CNRS-ENSMP 7635

Acronyme SOLIFORM
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 130 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 37,8
Autres IT :
Recrutés : 36

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Procédés métallurgiques
- Matériaux de structure et fonctionnels
- Modélisation numérique

Résumé

Des modèles de prédiction des structures de solidification de matériaux métalliques sont développés dans le cadre du projet SOLIFORM. Ils concernent d'abord les macrostructures dendritiques, dénommés grains, qui sont constitués de plusieurs dendrites présentant la même orientation cristallographique car issues d'un même germe. La modélisation couple la méthode des éléments finis à celle des automates cellulaires. La modélisation de la microstructure dendritique est également abordée avec une méthode dite de level sets. Les liens entre structures et ségrégations chimiques, propres à la solidification des alliages métalliques, peuvent ainsi être abordés. Ce projet est ainsi l'occasion de

collaborations entre mécaniciens, numériques et métallurgistes. Conformément à l'un des objectifs affichés dans le cadre du projet blanc jeune chercheur de l'Agence Nationale de la Recherche, une nouvelle équipe a été créée en janvier 2007 au sein du laboratoire qui accueille le porteur du projet, dont l'intitulé est « Structures et Propriétés dans les Procédés de Solidification ». Cette activité est nouvelle au CEMEF, à mi chemin entre les mécaniciens et les numériques, complémentaire aux études de métallurgie mécanique existantes. Elle est maintenant bien implémentée avec une participation dans de nombreux projets collaboratifs.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La modélisation des structures de solidification rencontre deux principaux problèmes :

- une adaptation pertinente de l'échelle du volume élémentaire de calcul pour simuler la microstructure,
- l'application au produit, souvent de dimension nettement supérieure à celle de la microstructure, nécessitant de choisir des approximations judicieuses.

Résultats majeurs

La modélisation des structures de grains permet de simuler la germination et la croissance de la phase solide au cours du procédé de solidification dans des pièces de fonderie. L'application la plus représentative est celle de l'aube de turbine à structure orientées visible à la figure 1, de seulement quelques centimètres de haut, simulé à l'aide de développements réalisés dans le logiciel de fonderie du CEMEF développé par le groupe « Thermomécanique et Plasticité ». L'application à des pièces de plus grandes dimensions reste encore un challenge. Chacun de ces grains est constitué d'une structure dendritique. Une simulation de la croissance d'une telle structure est présentée à la figure 2. Elle est basée sur une méthode de level sets développée au CEMEF dans le groupe « Calculs Intensifs en Mise en Forme ». Il est prévu une continuation de ces thèmes de recherche au-delà du projet SOLIFORM.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Modeling of precipitate free zone formed upon homogenization in a multi component alloy, Ch.-A. Gandin, A. Jacot, Acta Materialia 55 (2007) 2539-2553.
- Interaction between single grain solidification and macrosegregation: application of a cellular automaton - finite element model, G. Guillemot, Ch. A. Gandin, M. Bellet, Journal of Crystal Growth 303 (2007) 58-68.
- Direct Modeling of Structure Formation, Ch. A. Gandin, I. Steinbach, in Casting, ASM Handbook, Volume 15 (2008).
- Modélisation des structures et ségrégations d'alliages métalliques à solidification dendritique, Ch. A. Gandin, Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Lorraine, France (2007).

Conférences

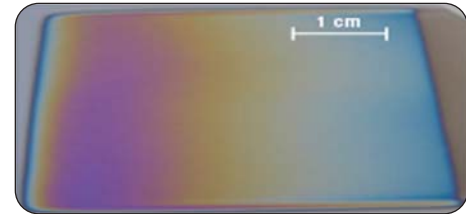
Invitées

- Modelling of Heat and Solute Interactions upon Grain Structure Solidification, Ch.-A. Gandin, S. Mosbah, J. Blaizot, M. Bellet (2008), Conference Solidification and Gravity 2008, Miskolc, Hungary, 1-4 September 2008.
- Modeling of solidification structures with a cellular automaton method, G. Guillemot, Ch. A. Gandin, M. Bellet, Journal of Crystal Growth 303 (2007) 58-68. 5th International Workshop on Modeling in Crystal Growth (IWMCG-5), Bamberg, Germany, 10-13 September 2006.
- Study of samples produced by electromagnetic levitation (EML) as a model for equiaxed solidification, Ch.-A. Gandin, S. Mosbah, J. Brogly, Th. Volkman, D. Herlach, Symposium "Critical Issues and Future Directions in Solidification Science" in honor of Rohit Trivedi, Ames, Iowa, USA, 20-22 September 2006.

Colloques : 5

Intégration de procédés plasmas fonctionnant à la pression atmosphérique dans la réalisation de cellules photovoltaïques organiques

Nicolas Gherardi



Dépôt SiO₂ par Décharge de Townsend à Pression Atmosphérique

Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie (LAPLACE), CNRS, UPS, INP

| | | | |
|-------------------------|---|-------------------|---|
| Acronyme | PLASMASOL | Discipline | Sciences pour l'ingénieur |
| Edition | 2005 | Mots clés | <ul style="list-style-type: none">• Plasmas et Applications• Génie Électrique• Décharges froides• Traitement de surface• Couches minces |
| Durée du projet | 36 mois | | |
| Financement | 130 000 € | | |
| Personnels (H-m) | C + EC + IR : 48,6 Autres IT : Recrutés : | | |

Résumé

L'objet du projet PLASMASOL est le développement d'un procédé plasma froid fonctionnant à la pression atmosphérique (donc présentant un coût faible et permettant de traiter des grandes surfaces en ligne), pour diverses applications dans le traitement de surface et le dépôt de couches minces. Ce procédé est basé sur l'utilisation de décharges homogènes contrôlées par barrière diélectrique.

L'application plus spécifiquement visée dans le cadre de ce projet concerne :

(i) le traitement de substrat ITO préalablement à la réalisation de cellules photovoltaïques organiques.

Les cellules photovoltaïques organiques développées au laboratoire LAPLACE

reposent sur l'utilisation de cristaux liquides discotiques en couches minces. Pour être efficaces dans l'application visée, ces cristaux doivent être empilés de manière colonnaire perpendiculairement au substrat (orientation homéotrope), et ce sur des faibles épaisseurs (typiquement inférieures à 100 nm). Ceci s'avère en général extrêmement difficile, les films démouillant ou, dans le meilleur des cas, s'orientant parallèlement au substrat.

(ii) le dépôt de couches minces ayant des propriétés barrières à l'oxygène et à la vapeur d'eau, pouvant avoir de nombreuses applications dont la protection des cellules photovoltaïques organiques.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

- 1) Obtenir une décharge froide homogène à la pression atmosphérique sur un substrat recouvert d'une couche ITO,
- 2) Modifier la surface du substrat ITO afin (i) d'éviter le démouillage du film cristal liquide pour de faibles épaisseurs (ii) de permettre l'orientation homéotrope de ce même film (iii) sans détériorer les propriétés électroniques de l'électrode ITO,
- 3) Etre capable de réaliser des couches minces homogènes sur de grandes surfaces par plasma froid à la pression atmosphérique,
- 4) Obtenir des couches denses à faibles températures ($< 80^{\circ}\text{C}$) par plasma froid à la pression atmosphérique.

Résultats majeurs

- 1) Obtention d'une Décharge de Townsend à la Pression Atmosphérique (DTPA) sur substrat verre recouvert d'ITO, sans détérioration des propriétés électroniques de l'ITO.
- 2) Après traitement plasma du substrat, nous avons démontré, pour la première fois, l'obtention de films ultrafins (aussi fin que 50 nm) de cristaux liquide colonnaire dans l'orientation homéotrope.
- 3) Mesure par fluorescence induite par laser des concentrations de N et de NO dans une DTPA en mélange N₂/N₂O.
- 4) A l'instar de ce qui est observé dans les procédés PECVD à basse pression, la DTPA en mélange N₂O/HMDSO dilué dans N₂ permet de déposer à la fois des couches inorganiques denses et transparentes, envisageables en tant que couches barrières, et des couches organosiliciées, pouvant être utilisées en alternance avec les couches inorganiques pour réaliser des multicouches épaisses aux contraintes mécaniques faibles.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- "Ultrathin films of homeotropically aligned columnar liquid crystals on indium tin oxide electrodes" E. Charlet, E. Grelet, P. Brettes, H. Bock, H. Saadaoui, L. Cisse, P. Destruel, N. Gherardi, I. Seguy, Applied Physics Letters, 92, 024107 (2008)
- "Improvement of the exciton diffusion length by self-organization of columnar liquid crystals for organic solar cell applications" L. Cissé, P. Destruel, I. Seguy, N. Gherardi, P. Jolinat, H. Bock, E. Grelet, under publication in Applied Physics Letters
- "Absolute Nitrogen Atom density Measurements in an Atmospheric Pressure Townsend Discharge by Two-photon Laser Induced Fluorescence spectroscopy" Et. Es-Sebbar, N. Gherardi, N. Naudé, F. Massines, under publication in Journal of Applied Physics

Conférences

Invitées

- "Thin films by means of an homogeneous dielectric barrier discharge at atmospheric pressure", CIP2009, 17th International Colloquium on PLASMA PROCESSES, Marseille, France, June 22-26, 2009
- AVS 2009, 56th International Symposium, San Jose, CA, USA, November 8-13, 2009

Colloques : 9

Prévision physiquement fondée de la rupture dynamique

Anthony Gravouil



Propagation dynamique simultanément de deux fissures à partir de 2 entailles opposées.
Photo post-mortem avec mise en évidence d'un léger évitement avant la rencontre
des deux fissures.

LaMCoS INSA-Lyon

Acronyme DYNRUPT
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 100 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 54
Autres IT :
Recrutés : 12

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Rupture dynamique
- Eléments Finis Etendus
- Propagation de fissure
- Imagerie par caméras numériques ultra-rapides
- Mesure de champ par corrélation d'image

Résumé

Ce projet a tourné autour de l'analyse de la propagation de fissure sous chargement fortement transitoire. L'objectif était de comprendre pourquoi et comment se propageaient les fissures dans des structures soumises à des impacts. Cela a nécessité à la fois des développements expérimentaux et numériques. Concernant les expériences, de nombreux essais ont été réalisés afin d'étudier différents cas de chargements en intensité et en direction. Cela a été l'occasion de développer de nouvelles techniques de mesure en temps réel de la position d'une pointe de fissure pour les matériaux transparents ainsi que de nouvelles

techniques de mesure de champ par corrélation d'images intégrant des discontinuités pour les matériaux opaques. Concernant les simulations, l'outil existant X-FEM a été utilisé et amélioré afin de prendre en compte la mixité du chargement au cours de la propagation ainsi que la possibilité d'avoir différents critères pour rendre compte du démarrage, de l'arrêt et du redémarrage des fissures. L'algorithme de résolution a aussi été modifié afin de pouvoir traiter des simulations tridimensionnelles afin d'étudier des propagations de fissures qui se tordent ou qui déversent.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Résultats majeurs

- Mise au point d'essai de rupture dynamique sous chargement mixte, incluant des phases d'arrêt et de redémarrage.
- Utilisation d'une extensométrie optique pour suivre des fissures rapides en continu.
- Application de la corrélation d'images à des séquences filmées à 200 000 images par seconde.
- Développement d'algorithmes explicites pour la simulation avec des éléments finis étendus de problème de grande taille, typiquement tridimensionnel.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- D. Grégoire, H. Maigre, J. Réthoré, A. Combescure, Dynamic crack propagation under mixed-mode loading - Comparison between experiments and X-FEM simulations, *International Journal of Solids and Structures*, 44(20), 6517-6534, 2007.
- D. Grégoire, H. Maigre, A. Combescure, On the growth, the arrest and the restart of a crack during a dynamic brittle fracture experiment, *Key Engineering Materials*, 385(387), 246-248, 2008.
- A. Combescure, A. Gravouil, D. Grégoire, J. Réthoré, X-FEM a good candidate for energy conservation in simulation of brittle dynamic crack propagation, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 197(5), 309-318, 2008.
- D. Grégoire, H. Maigre, F. Morestin, Experimental techniques for dynamic crack localization, *European Journal of Computational Mechanics*, accepted, January 2009.
- T. Elguedj, A. Gravouil, H. Maigre, An explicit dynamics extended finite element method. Part 1: Mass lumping for arbitrary enrichment functions. An explicit dynamics extended finite element method. Part 2: element-by-element Stable-Explicit/Explicit dynamic scheme, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, submitted, 2009

Conférences

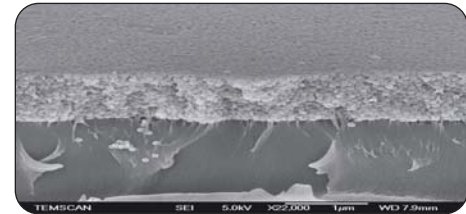
Invitées

- Symposium on Problems in Solid Mechanics, Symi, Grèce, 23-28 juillet 2006

Colloques : 11

Développements de procédés de fabrication de membranes nanostructurées et résistantes aux solvants

Jean-François Lahitte



Film compact de nanoparticules de silice

Laboratoire de Génie Chimique UMR 5503

Acronyme

Edition

2005

Durée du projet

36 mois

Financement

130 000 €

Personnels (H-m)

C + EC + IR : 79,2

Autres IT :

Recrutés : 18

Discipline

Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Membrane polymère
- Nanostructuration
- Nanoparticule
- Template
- Catalyse

Résumé

Les membranes utilisées en filtration présentent un certain nombre de défauts provenant de la méthode de fabrication et ne répondent que partiellement aux besoins des nouveaux procédés de séparation par membrane ou aux exigences d'applications spécifiques (résistance aux solvants et aux milieux corrosifs).

Notre projet avait pour objectif de transférer les récents développements observés dans le domaine des nanomatériaux à la synthèse de membranes nanoporeuses (filtration ou contacteur).

Nous avons identifié plusieurs méthodes fondées sur la création de nanostructures directement lors de la polymérisation:

- structuration de microémulsion
- "templating" de cristaux colloïdaux

Des 2 techniques, la polymérisation de microémulsion a donné les membranes exhibant les propriétés mécaniques et de filtration les plus intéressantes. Leur fonctionnalisation par des nanoparticules métalliques permet d'envisager des applications en catalyse.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les principaux verrous scientifiques résidaient dans la création de nanostructures stables et dans leur pérennité lors du passage de la phase liquide vers le matériau final rigide. Les pores créés doivent être également débouchants pour obtenir un matériau filtrant. Enfin, il faut trouver un compromis entre la minimisation de la résistance au transfert et des propriétés suffisantes de résistance mécanique (pression).

Résultats majeurs

Le but du projet était d'identifier une ou des voies originales permettant d'obtenir des membranes structurées à l'échelle nanométrique.

Cet objectif a été atteint grâce à la polymérisation de microémulsions permettant l'obtention d'un matériau poreux en une seule étape. La diversité des monomères utilisables par cette méthode, en particulier des monomères chargés, a permis de rendre le matériau catalytique et de différencier ainsi de manière encore plus distincte ces membranes de celles obtenues par les méthodes classiques de synthèse (inversion de phase).

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- F.Javier Escudero Sanz, Jean-François Lahitte, Jean-Christophe Remigy, Membrane synthesis by microemulsion polymerisation stabilised by commercial non-ionic surfactant, Desalination, 199(2006) 127-129

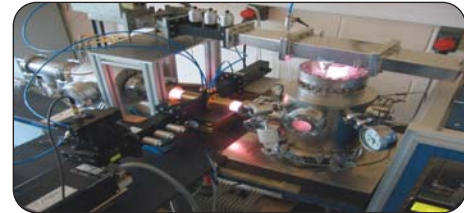
Conférences

Invitées

Colloques : 3

Études expérimentales et modélisation de décharges électriques simulant certains aspects des plasmas de bords dans le cadre du programme international ITER

Guillaume Lombardi



Le réacteur Casimir en fonctionnement

UPR CNRS 1311 - LIMHP

Acronyme CASIMIR
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 150k €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 99
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Interaction plasma/surface
- Plasmas poussiéreux
- Carbone
- Modélisation
- Plasmas de bord de Tokamak

Résumé

Le projet CASIMIR s'intéresse aux problèmes de conversion et de transfert d'énergie entre un plasma d'hydrogène et une surface de carbone. Il s'agit de simuler, à l'échelle du laboratoire, les interactions entre un milieu hors équilibre tel que le plasma moléculaire réactif susceptible de se former au voisinage du divertor des machines de fusion (Tokamaks tels que ITER). La jeune équipe constituée a contribué aux actions de recherche sur un des problèmes cruciaux résultant de l'interaction plasma-surface : la formation de poussières dans les plasmas carbonés et hydrocarbonés. La sécurité des opérations des Tokamaks est

en effet engagée, car ces poussières carbonées piègent le combustible radioactif. Les travaux de recherche menés portent sur les axes (i) interaction plasma-surface et (ii) formation de poussières dans les plasmas, avec comme objectif la mise en place d'études « plasma froid » au niveau du laboratoire pour comprendre et modéliser les phénomènes ayant lieu dans les plasmas de bord de tokamaks. L'objectif ultime est de construire des modèles pouvant être intégrés dans des codes de simulation des plasmas de bord.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

La principale difficulté du projet a été expérimentale. Il s'agissait d'essayer de se rapprocher au plus près des conditions de densités électronique et ionique rencontrées dans les plasmas de bord, i.e. obtenir des plasmas basse pression (1 à 10 Pa) et forte densité (10^{12} voire 10^{13} électrons ou ions par cm^{-3}). Avec le dispositif expérimental à disposition, nous étions limités à des densités de 10^{10} cm^{-3} . La conséquence a été une difficulté à générer des quantités importantes de poussières à partir d'une surface solide, en l'absence de précurseurs gazeux.

Résultats majeurs

Un réacteur générateur de poussières de carbone à partir d'une cible de graphite exposée à un plasma d'hydrogène a été développé au LIMHP-Villetaneuse (réacteur CASIMIR = Chemical Ablation, Sputtering, Ionisation, Multi-wall Interaction and Redeposition). Les espèces précurseurs de ces poussières ont été suivies par spectrométrie de masse (financement ANR). Un modèle « Particle in Cell » a été développé pour simuler les distributions des ions impactant la surface.

Un modèle semi-analytique a également été développé pour décrire la décharge DC d'argon utilisée au LPIIM-Marseille. La possibilité d'existence d'une zone de piégeage de particules chargées par une inversion de champ électrique a été mise en évidence, qui favoriserait la coalescence des poussières carbonées.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- X. Bonnin, G. Lombardi, K. Hassouni, A. Michau, F. Bénédic, C. Arnas : "Modelling of carbon dust formation by cluster growth in plasmas", J. Nucl. Mater., 363-365, 1190-1194 (2007).
- C. Arnas, A. Mouberti, K. Hassouni, A. Michau, G. Lombardi, X. Bonnin, F. Bénédic and B. Pégourié : "Formation of nanoparticles in a cold plasma from a sputtered carbon vapour", accepté dans J. Nucl. Mater.
- Lombardi, F. Bénédic, K. Hassouni, A. Michau and X. Bonnin : "Introduction of a new experimental device for simulating parasitic plasmas such as those expected under the divertor dome", accepté dans J. Nucl. Mater.

Conférences

Invitées

Colloques : 8

Jeune équipe : « Dynamique des Sprays en évaporation et en combustion », modélisation mathématique, simulation numérique et caractérisation expérimentale

Marc Massot



Image IPI de l'écoulement diphasique soumis à une modulation de vitesse $f=50$ Hz, $U=1.2$ m/s et $u'/U=20\%$. Chaque tache circulaire correspond à l'image d'une goutte de décane défocalisée dans la mise au point. A l'intérieur de chaque tache on peut distinguer des franges d'interférences verticales dont le nombre est proportionnel au diamètre de la goutte. Les gouttes qui ont un diamètre de plusieurs dizaines de microns se placent en périphérie des structures tourbillonnaires créées par l'excitation acoustique.

Laboratoire EM2C, CNRS UPR 288, Ecole Centrale Paris

Acronyme jéDYS
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 130 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 93,6
 Autres IT : 10,8
 Recrutés : 36

Discipline
Mots clés

Sciences pour l'ingénieur

- Mécanique des fluides et transferts
- Milieux réactifs
- Milieux hors équilibre
- Modélisation par EDP en physique et SPI
- Calcul scientifique

Résumé

Ce projet proposait de structurer l'émergence d'un pôle interdisciplinaire Mécanique-Energétique-Mathématiques Appliquées au Laboratoire EM2C dans le domaine des écoulements diphasiques réactifs. Il s'est focalisé, d'une part, sur le développement, l'analyse et l'évaluation de modèles Eulériens pour la simulation des écoulements instationnaires de brouillards de combustibles en évaporation. La validation de ces outils numériques passe, d'autre part, par une caractérisation expérimentale fine de la dynamique du brouillard, de l'écoulement et de la combustion à l'aide de diagnostics modernes. Ce type de recherche représente un point clef pour le développement d'outils de simulation numérique prédictifs dont l'objectif à terme est l'intégration dans des codes industriels.

Le projet comportait trois grands objectifs scientifiques et un objectif de structuration. Le premier concernait la modélisation Eulérienne de type multi-fluides des écoulements à inclusions liquides polydispersées, le second le développement de diagnostics novateurs permettant de capturer la dynamique et l'évaporation de gouttes de diverses tailles dans des écoulement tourbillonnaires et le dernier de mener un ensemble de campagnes de comparaisons calcul/expérience permettant d'une part de valider les modèles et d'autre part de comprendre la physique détaillée des phénomènes. Un autre versant du projet concernait la mise en place d'une équipe à l'interface des disciplines.

le programme

jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Il s'agit de comprendre et de simuler de manière prédictive le couplage, dans des configurations laminaires instationnaires, entre un brouillard de gouttes polydispersé en évaporation et un écoulement gazeux réactif, ainsi que son impact sur la topologie de fraction massique de combustible en phase vapeur et sur la dynamique de la combustion. On se heurte à trois niveaux de difficultés :

- (1)- l'analyse mathématique et la simulation numérique des modélisations Eulériennes de la phase dispersée, approches rendues nécessaires pour des raisons de coût calcul,
- (2)- la capacité de mettre en place plusieurs types de diagnostics simultanés permettant d'analyser précisément ces couplages,
- (3)- l'interaction efficace entre (1) et (2) permettant la validation des modèles et une compréhension physique approfondie des phénomènes. Cela implique une interdisciplinarité qui est elle aussi difficile à mettre en œuvre.

Résultats majeurs

Nous avons fait la démonstration de la capacité des modèles multi-fluides Eulériens à capturer la dynamique et l'évaporation de brouillard de gouttes polydispersées et la topologie des champs de fraction massique de combustible en phase vapeur issu de cette évaporation. Cette validation s'est faite par une comparaison avec une méthode Lagrangienne en lien avec le CORIA et Julien Réveillon et par des comparaisons avec des mesures. Nous avons ainsi mis en oeuvre un certain nombre de techniques expérimentales couplées dans le cadre du projet et avons pu obtenir des comparaisons semi-quantitatives entre la simulation et les mesures expérimentales de densité conditionnées par la taille pour des brouillards évaporant ou pas. Nous avons aussi caractérisé la dynamique de flamme pulsée.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- F. Laurent, M. Massot, R. O. Fox, Numerical simulation of polydisperse, dense liquid sprays in an Eulerian framework: direct quadrature method of moments and multi-fluid method, *Journal of Computational Physics*, Vol 227, no 6 (2008) 3058-3088 <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00157269/fr/>
- M. Massot, Eulerian multi-fluid modeling of polydisperse evaporating sprays, Chapitre du livre "Multiphase reacting Flows: modelling and simulations", No. 492 de 'Courses and Lectures Series of the CISM' (Centre International pour les Sciences Mécaniques - Udine, Italie) publié chez Springer Wien, Editeurs : R.O. Fox et D.L. Marchisio (2007) 79–123.
- S. de Chaisemartin, L. Freret, D. Kah, F. Laurent, R.O.Fox, J. Reveillon and M. Massot, Turbulent combustion of polydisperse evaporating sprays with droplet crossing : Eulerian modeling and validation in the infinite Knudsen limit*
- L. Freret, F. Laurent, S. de Chaisemartin, D. Kah, R. O. Fox, P. Vedula, J. Reveillon, O. Thomine and M. Massot, Turbulent combustion of polydisperse evaporating sprays with droplet crossing : Eulerian modeling of collisions at finite Knudsen and validation*

*to appear in Proceedings of the Summer Program 2008 Center for Turbulence Research, Stanford University (2009).

Conférences

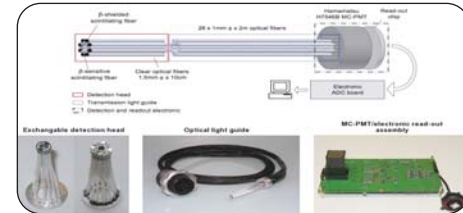
Invitées

- M. Massot, Eulerian multi-fluid models for polydisperse evaporating sprays, Lecture Series of the CISM, Udine, Italy, July 2006 – Chapter of a book on 'Multiphase reacting Flows: modelling and simulations'
- M. Massot, Eulerian Multi-fluid models : modeling and numerical methods, Von Karmann Institute Lecture Series, RTO-NATO (Research Technology Organization) Lecture on "Nanoparticles" février 2009 (2009)
- M. Massot, Turbulent combustion of polydisperse evaporating sprays with droplet crossing : Eulerian modeling and validation, Summer Program 2008, Center for Turbulent Research, Stanford University, USA, July 2008.

Colloques : 18

Développement de nouvelles techniques de détection per-opératoire pour l'assistance au traitement chirurgical des tumeurs cérébrales

Laurent Ménard



Principe de fonctionnement de la configuration radioactive de la sonde. Photographies des têtes de détection interchangeables, du guide optique et du système de photodétection couplé à l'électronique d'acquisition (de gauche à droite et de bas en haut).

Laboratoire IMNC, CNRS UMR 8165, IN2P3

Acronyme TRIOP
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 130 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 97,2
 Autres IT :
 Recrutés : 13

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Médecine nucléaire
- Fluorescence
- Imagerie multi-modale
- Cancérologie
- Chirurgie

Résumé

L'objectif du projet TRIOP (Tumor Resection Intraoperative Probe) est de développer un nouveau détecteur per-opératoire spécifiquement dédié à la chirurgie des tumeurs cérébrales. Cette sonde doit être capable d'accélérer le processus de recherche des tissus cancéreux et de renforcer la qualité du geste opératoire en permettant au chirurgien de définir plus précisément et en temps réel les marges de la résection tumorale. L'enjeu clinique est d'améliorer la qualité du geste opératoire, qui conditionne, plus que pour tout autre cancer, le pronostic vital de la maladie. TRIOP est basée sur la détection simultanée de traceurs tumoraux radioactifs et de la fluorescents tissulaire endogène. Cette

association doit permettre de renforcer la spécificité de la détection des tumeurs cérébrales en tirant profit de la complémentarité des informations fournies par ces deux méthodes : essentiellement histologique et métabolique pour l'autofluorescence et métabolique et/ou moléculaire pour les traceurs radioactifs. La seconde originalité du détecteur proposé est de pouvoir être couplé directement à un outil d'exérèse de manière à réaliser en un seul geste la détection et l'ablation des tissus tumoraux. Le projet TRIOP est un projet pluridisciplinaire développé en collaboration avec l'Hôpital Henri Mondor, l'Hôpital Saint-Anne et l'unité INSERM 757.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Pour la sonde radio-isotopique, les principales difficultés concernent tout d'abord la miniaturisation du détecteur qui doit être adapté aux dimensions maximales de la plaie chirurgicale. La réjection du bruit de fond gamma provenant de l'annihilation des positons dans les tissus est également un obstacle à surmonter. La localisation de lésions tumorales à l'aide du signal d'autofluorescence impose une signature optique spécifique des tissus pathologiques par rapport aux tissus sains. La caractérisation et la corrélation des différentes propriétés optiques mesurées (spectre, temps de vie) doivent permettre de définir cette signature.

Résultats majeurs

Un premier prototype de la configuration radioactive de TRIOP a été développé sur la base de fibres optiques claires et scintillantes. Son évaluation sur des sources fantômes a montré que la sonde était capable d'identifier avec une précision de l'ordre du millimètre des résidus tumoraux radiomarqués de l'ordre de 5 mm de diamètre. Ce prototype sera validé très prochainement sur un modèle animal (primate). Concernant le développement de la configuration optique de la sonde, une caractérisation de la fluorescence endogène sur des coupes tissulaires (modèle murin, cellule gliale tumorale C6) a permis de mettre en évidence une signature spectrale des tissus tumoraux. Les fluorophores principalement impliqués dans cette réponse sont les Flavines, Lipopigments et Porphyrines.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- F. Bogalhas, L. Ménard, S. Bonzom, S. Palfi, R. Siebert, M.A. Duval, F. Lefebvre, L. Pinot, S. Pitre, Y. Charon (2008) Physical performance of an intraoperative beta probe dedicated to glioma radioguided surgery, IEEE Trans. Nucl. Sci. ; 55(3):833-41.
- R. Siebert, M. H. Vu Thi, F. Jean, Y. Charon, M. Collado-Hilly, M. A. Duval, T. Mandat, L. Menard, S. Palfi, T. Tordjmann (2008) Development of a new autofluorescence probe for the analysis of normal and tumour brain tissues, Proc. SPIE, Vol. 6991: 699122.
- Bonzom S, Ménard L, Pitre S, Duval M.A, Siebert S, Palfi S, Pinot L, Charon Y (2007) An intraoperative beta probe dedicated to glioma surgery : Design and feasibility study. IEEE Trans. Nucl. Sci. ; 54(1) : 30-41.
- M. H. Vu Thi, Y. Charon, M. A. Duval, F. Lefebvre, L. Menard, S. Pitre, L. Pinot, R. Siebert (2007) Intra-operative probe for brain cancer: feasibility study. Diagnostic Optical Spectroscopy in Biomedicine IV. Proc. SPIE, Vol. 6628 : 66281Q.

Brevets : Brevet CNRS n° 0509329

Conférences

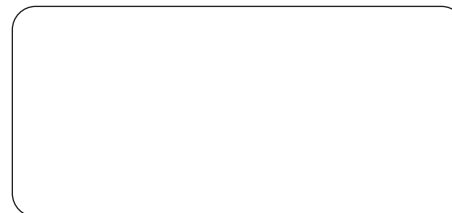
Invitées

- Ménard L, (2007) Multimodality intraoperative imaging for cancer surgery. Conférence Frédéric Joliot : Imagerie multi-modalité incluant la tomographie par émission de positron, Orsay, France.
- Bonzom S, Ménard L, Pitre S, Duval M.A, Siebert S, Palfi S, Pinot L, Charon Y. (2005) TRIOP : an intraoperative beta probe dedicated to glioma surgery. 7th position sensitive detector conference, Liverpool, England.

Colloques : 9

Optimisation de procédés membranaires assistée par une approche de type génie d'élaboration de la membrane

Delphine Paolucci-Jeanjean



Institut Européen des Membranes, UMR 5635, Montpellier

| | |
|-------------------------|--|
| Acronyme | PROMEMGEL |
| Edition | 2005 |
| Durée du projet | 36 mois |
| Financement | 130 000 € |
| Personnels (H-m) | C + EC + IR : 81 Autres IT : Recrutés : 23 |

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Procédés membranaires
- Génie d'élaboration de membrane
- Chromatographie d'affinité sur membrane

Résumé

Le thème de ce projet est la conception, l'étude et l'optimisation d'un nouveau procédé mettant en œuvre des membranes fonctionnalisées en s'appuyant fortement sur une approche de type génie d'élaboration. L'objectif est de développer une méthodologie permettant l'optimisation du procédé en jouant à la fois sur les paramètres du procédé (configuration, paramètres cinétiques ou hydrodynamiques) et sur les caractéristiques de la membrane (à travers l'optimisation du protocole d'élaboration).

Le procédé choisi pour les essais est la chromatographie d'affinité métallique sur membrane. Un nouveau type de membrane a donc été élaboré selon un protocole

original : dépôt d'un polymère sur une membrane céramique, réticulation et fonctionnalisation à l'aide d'un agent bifonctionnel, greffage d'un agent complexant, adsorption d'un ion métal. Grâce à l'étude de diverses étapes du protocole d'élaboration, ce dernier a été optimisé pour permettre l'obtention d'une membrane affine performante. Celle-ci a ensuite été utilisée pour la séparation de protéines par chromatographie d'affinité sur membrane.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

De façon à permettre l'étude du mécanisme de dépôt du polymère sur la membrane céramique, nous avons envisagé de mesurer l'évolution des concentrations en alimentation, perméat et rétentat au cours de l'étape de dépôt. Pour cela, le développement d'une sonde de diffusion de la lumière dont le but était la mesure in-situ de ces concentrations a été prévu. Un prototype a été fabriqué et un logiciel de traitement du signal a été développé. Malheureusement, la sensibilité s'est avérée trop faible pour permettre d'analyser avec une précision suffisante des suspensions contenant des particules de diamètre inférieur à 50 nm. Ce verrou technologique n'a pas pu être dépassé pour l'instant.

Résultats majeurs

Une membrane affine à base de chitosane a été initialement développée. Elle possède une capacité en cuivre (correspondant à la quantité de ligand présente sur la membrane et donc à la capacité de rétention de la membrane) égale à 290 mg par m² de membrane ce qui correspond aux données reportées dans la littérature avec des membranes organiques. La membrane affine a alors permis une rétention de protéines modèles égale à 205 mg d'albumine du sérum bovin par m² de membrane. Ensuite, une nouvelle membrane à base d'alcool polyvinylique a été développée et optimisée. La capacité en cuivre a alors été triplée. Les tests de rétention d'une protéine marquée avec des molécules de polyhistidine sont en cours.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Muvdi Nova C.J., Paolucci-Jeanjean D., Belleville M.P., Barboiu M., Rivallin M., Rios G., Elaboration, characterization and study of a new hybrid chitosan/ceramic membrane for affinity membrane chromatography, *Journal of Membrane Science*, 321 (2008) 81-89.

Conférences

Invitées

- Paolucci-Jeanjean D. Processes involving functionalised membrane: metal affinity membrane chromatography and enzymatic membrane reactors, *Biochromatography and nanoseparation international symposium*, 14-16 octobre 2008, Montpellier, France

Colloques : 1

Transferts couplés rayonnement conduction aux petites échelles

Gilles Parent

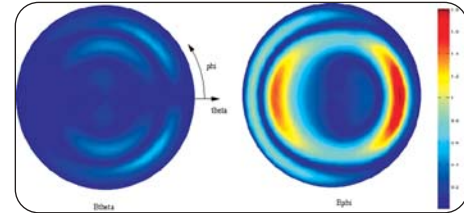


Diagramme de diffraction d'une pointe tétraédrique en silicium, à la longueur d'onde de 10 μm

LEMTA Nancy

Acronyme

Edition

2005

Durée du projet

36 mois

Financement

100 000 €

Personnels (H-m)

C + EC + IR : 60

Autres IT :

Recrutés : 5,5

Discipline

Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Transferts de chaleur
- Equation de transport de Boltzmann
- FDTD
- Champ proche optique

Résumé

Le projet a pour objectif de parvenir à réaliser un couplage entre les modes de transfert conductif et radiatif utilisant des modèles aptes à traiter ces transferts dans le cadre de structures de petites dimensions. Du point de vue conduction, l'équation adaptée est l'équation de transport des phonons dite de Boltzmann et la voie suivie pour résoudre cette équation est une approche de type Monte Carlo. Du point de vue radiatif, les équations de Maxwell doivent être utilisées et la

méthode de résolution choisie est une méthode de type différences finies en temps et en espace (méthode dite Finite Difference Time Domain FDTD). A cette partie modélisation, s'ajoute un volet expérimental visant à détecter le champ électromagnétique thermique émis par un dispositif de microscopie optique en champ proche.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Difficultés numériques : La résolution numérique des équations de Maxwell par la méthode FDTD nécessite de pouvoir traiter à la fois de petites structures et la présence d'interfaces infinies.

Difficultés expérimentales : Le niveau très faible de signal nécessite à la fois des détecteurs performants et une optique de collection très ouverte donc très encombrante dans un dispositif où justement la place est comptée.

Résultats majeurs

L'étude numérique a permis l'obtention de diagrammes de diffraction du champ par une pointe d'un microscope optique en champ proche fonctionnant dans le domaine de l'infrarouge thermique, première étape vers la modélisation et l'optimisation de cet instrument. La mise en oeuvre du microscope est effective et a permis l'obtention de premières cartographies en champ proche du rayonnement thermique sur des échantillons tests simples. Du point de vue conductif, l'approche statistique développée pour résoudre l'équation de transport de Boltzmann des phonons a été appliquée à l'étude d'impulsions thermiques ultracourtes telles que celles observée dans les expériences de type pompe-sonde avec un laser femtoseconde.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications AGL/brevets

- D. Lacroix, K. Joulain, D. Terris, and D. Lemonnier. Monte Carlo transient phonon transport in silicon and germanium at nanoscales. *Appl. Phys. Lett.*, 89 :103104, 2006.
- S. Fumeron and D. Lacroix. Multiscale heat conduction near a disclination. *Europhys. Lett.*, 82(6) :66003, 2008.
- D. Lacroix, I. Traore, S. Fumeron, and G. Jeandel. Phonon transport in silicon, influence of the dispersion properties choice on the description of the anharmonic resistive mechanisms, accepté dans *Eur. Phys. J. B*, en cours d'édition.
- D. Terris, K. Joulain, D. Terris, D. Lemonnier, D. Lacroix and P. Chantrenne. Prediction of the thermal conductivity anisotropy of Si nanofilms. Results of several numerical methods, accepté dans *Int. J. Thermal Sciences*, en cours de correction.
- D. Terris, K. Joulain, D. Terris, D. Lemonnier, D. Lacroix, Modeling semiconductor thermal properties. The dispersion role, accepté dans *J. Appl. Phys.*, en cours de correction.

Conférences

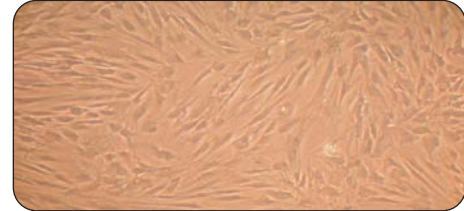
Invitées

- Ecole de Printemps du GDR Nanothermique à Cargèse (26-30 mai 2008). Présentation d'un cours sur les méthodes numériques dédiées à la modélisation et la simulation numérique de la thermique dans les nanostructures.

Colloques : 2

Cellules Souches Mésenchymateuses et Ingénierie du Cartilage

Astrid Pinzano



Aspect des cellules souches mésenchymateuses humaines cultivées en présence de FGF durant les phases d'expansion en monocouche.

Laboratoire de Pharmacologie UMR 7561 CNRS – Nancy Université

| | |
|------------------|--|
| Acronyme | CESOMIC |
| Edition | 2005 |
| Durée du projet | 36 mois |
| Financement | 150 000 € |
| Personnels (H-m) | C + EC + IR : 90 Autres IT : 36 Recrutés : |

| | |
|------------|---|
| Discipline | Sciences pour l'ingénieur |
| Mots clés | <ul style="list-style-type: none">• Cartilage• Bioingénierie• Biomatériaux• Cellules souches mésenchymateuses• Biomécanique |

Résumé

La thérapie cellulaire des lésions du cartilage par greffe de chondrocytes autologues suscite de grands espoirs et les études cliniques confirment le bien-fondé de cette approche. Nous travaillons à développer un concept original d'ingénierie tissulaire appliquée au cartilage qui consiste à caractériser et à utiliser les cellules souches mésenchymateuses pour la réparation du tissu cartilagineux après intégration dans des matrices dédiées polysaccharidiques et/ou collagéniques fonctionnalisées ou non par des facteurs de croissance (chondro-induction) ou des contraintes biomécaniques.

La première étape indispensable a consisté à vérifier qu'après les phases d'expansion, les CSMs chondroprogénitrices humaines conservaient leur capacité

à se différencier mais également à évaluer la dédifférenciation des chondrocytes en fibroblastes afin de choisir les modalités d'expansion optimales nécessaires avant l'implantation dans le biomatériau. Ensuite nos travaux se sont orientés vers l'initiation de la chondrogénèse lors de l'association des CSMs, comparativement aux chondrocytes, avec un biomatériau (alginate/HA ou éponge de collagène) et l'influence des contraintes mécaniques et/ou des apports de facteurs de croissance exogènes sur cette différenciation.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

L'étape d'expansion cellulaire des cellules souches mésenchymateuses humaines est une phase indispensable mais limitante compte tenu de sa durée pour la transposition du protocole en clinique. Nous avons donc travaillé sur son amélioration et nous avons ainsi pu réduire cette phase de quatre mois au début à même pas deux mois aujourd'hui en améliorant l'ensemencement et la composition du milieu de culture.

Résultats majeurs

Lors de ce projet, nous avons montré que les CSMs conservent leur caractère indifférencié au cours des passages lors de l'expansion. Les chondrocytes, eux, se différencient dès le premier passage mais ce phénomène s'avère ralenti par leur expansion en condition d'hypoxie. Lors des étapes de différenciation des CSMs en chondrocytes au sein des biomatériaux nous avons pu démontrer que la qualité de la matrice néosynthétisée est dépendante à la fois du facteur de croissance ou du supplément utilisé pendant la culture 3D mais également de ceux utilisés durant les phases d'expansion des CSMs. En revanche, les contraintes mécaniques, à elles seules, semblent insuffisantes à une nette différenciation chondrocytaire et leur association à des facteurs de croissance semble être judicieuse.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- Henrionnet C, Wang Y, Huselstein C, Galois L, Mainard D, Decot V, Netter P, Stoltz JF, Muller S, Gillet P and Pinzano A. Phenotypic analysis of cell surface markers and gene expression of human mesenchymal stem cells and chondrocytes during monolayer expansion. *Biorheology* 2008;45(3-4):513-26.
- Cournil-Henrionnet C, Goebel JC, Galois L, Huselstein C, Mainard D, Bensoussan D, Netter P, Stoltz JF, Gillet P, Pinzano-Watrin A. Monolayer expansion modalities influences 3D chondrogenic differentiation of human mesenchymal stem cells seeded in collagen sponges. *Osteoarthritis and Cartilage* (2008 World congress on Osteoarthritis sept 18-21, 2008, Rome, Italy): 16 (4) 2008 : S 213.

Conférences

Invitées

Colloques : 1

Microfluidique Particulaire Appliquée aux Mousses

Olivier Pitois

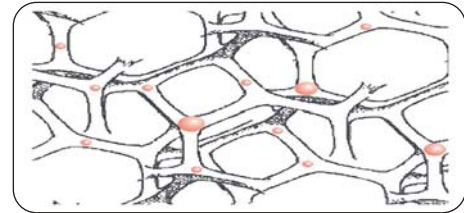


Schéma de particules dans le réseau liquide d'une mousse.

LPMDI UPE MIV

Acronyme MPAM
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 130 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR : 70
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Sciences pour l'ingénieur

Mots clés

- Particule
- Perméabilité
- Nombre de Boussinesq
- Sédimentation
- Filtre fluide

Résumé

Cette étude vise à comprendre le comportement en écoulement de suspensions de particules solides non-browniennes confinées dans la phase liquide d'une mousse. Cette phase liquide s'organise sous la forme d'un réseau de canaux appelés bords de Plateau, dont les dimensions typiques sont de l'ordre de plusieurs centaines de microns de long et quelques dizaines de microns de large. La grande différence entre ce réseau et les réseaux « microfluidiques classiques » réside dans la nature des interfaces qui confinent le liquide : en effet pour la mousse, celles-ci sont déformables et plus ou moins mobiles. Nous avons cherché à déterminer si cette nature spécifique des parois confère à la mousse des

propriétés de transport particulières. De manière à faire correctement la distinction entre ce qui relève des propriétés intrinsèques des canaux et ce qui relève de leur organisation en réseau, nous avons mené parallèlement des expériences à l'échelle locale – un canal ou une jonction, et à l'échelle macroscopique – celle du réseau. Les résultats obtenus sont importants pour l'application annoncée mais, de manière plus générale, constituent aussi une référence pour le transport particulaire en géométrie confinée, tel que l'on peut le rencontrer dans les applications microfluidiques élaborées, où la mobilité des parois peut aussi intervenir par la présence d'air piégé dans leur rugosité texturée.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Les premiers résultats obtenus pour le transport particulaire n'ont pu être expliqués à l'aide des modèles existants pour l'écoulement de liquide dans la mousse. Nous avons donc dû mettre en œuvre une étude numérique de ce système de manière à tester les effets de nouveaux ingrédients issus de nos observations. Il s'agit d'une compétence nouvelle pour l'équipe qui ne s'est réellement affirmée qu'au début de la dernière année du projet.

Résultats majeurs

Nos mesures de vitesse de particules dans la mousse nous ont permis de mettre en évidence un désaccord très important avec la théorie. Notre étude à l'échelle locale et nos simulations numériques nous ont permis de comprendre et modéliser l'origine de ces écarts.

Nous avons établi les lois relatives au transport et à la capture de particules solides au sein d'une mousse liquide. Parallèlement, nous avons montré l'impossibilité d'annuler ou même réduire fortement la perméabilité d'une mousse liquide avec ces particules. Cet ensemble de résultats nous conduit à proposer le concept nouveau de filtre fluide à particules, dont l'introduction dans les applications microfluidiques nous semble intéressante.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

- O. Pitois, N. Louvet, E. Lorenceau and F. Rouyer, "Node contribution to the permeability of liquid foams, *Journal of Colloid and Interface Science*, 322 (2), 675-677 (2008)
- F. Rouyer, E. Lorenceau, and O. Pitois, "Film Junction Effect on Foam Drainage", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 324 (1-3), 234-236 (2008)
- O. Pitois*, E. Lorenceau, N. Louvet and F. Rouyer « Specific surface area model for foam permeability » *Langmuir* (à paraître)
- E. Lorenceau, N. Louvet, F. Rouyer, O. Pitois "Permeability of aqueous foams" *Eur. Phys. J. E* (accepté)

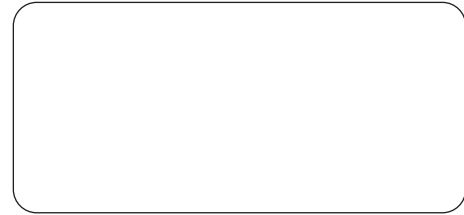
Conférences

Invitées

Colloques : 13

Modélisation de composants électrochimiques hybridés

Delphine Riu



Laboratoire d'Electrotechnique de Grenoble INPG ENSIEG

Acronyme MODECO
Edition 2005
Durée du projet 36 mois
Financement 129 000 €
Personnels (H-m) C + EC + IR :
Autres IT :
Recrutés :

Discipline Sciences pour l'ingénieur
Mots clés

- Hybridation de sources
- Systèmes Pile à Combustible
- Contrôle/commande
- Supercapacité

Résumé

Dans ce projet, nous nous intéressons aux générateurs et aux moyens de stockage électrochimiques. Chacun de ces composants a été étudié séparément dans des gammes de puissance différentes. Mais comprendre le comportement de ces dispositifs interconnectés implique la compréhension d'un éventail de phénomènes couplés relevant aussi bien du génie électrique que du génie électrochimique. Des modèles de connaissance multi-échelle ont été élaborés et appliqués aux dispositifs électrochimiques utilisés dans le domaine de l'énergie : générateur électrochimique comme la pile à combustible ou dispositif de stockage comme les batteries et les supercapacités. Tous ces modèles décrivent

les comportements en régime permanent et dynamique et ont permis de discerner quantitativement les mécanismes réactionnels et les mécanismes de transfert au cœur des dispositifs. D'autres modèles plus « systèmes » peuvent décrire plus simplement le comportement du générateur et permettent d'établir les lois de commande du système global en diminuant les contraintes de dimensionnement. L'objectif du projet est donc de relier ces deux approches afin d'obtenir un modèle de connaissance d'un dispositif électrochimique pouvant être utilisé dans une approche système.

le programme
jeunes chercheuses - jeunes chercheurs

Verrous scientifiques et technologiques, ou points durs

Le premier point délicat fut d'abord de faire travailler ensemble des communautés très différentes ; dans l'ensemble, ce dialogue a été très enrichissant pour les deux parties. Les verrous scientifiques portent principalement sur la pile à combustible en elle-même, pour garantir un fonctionnement fiable sur une échelle de temps relativement longue et atteindre des performances identiques à celles de sources plus traditionnelles.

Dans un deuxième temps, le dimensionnement du système hybride devait être optimal pour rationaliser l'utilisation des sources hybridées ; se posaient alors les problèmes du choix de la structure d'hybridation, de l'architecture et de la synthèse des correcteurs pour garantir les performances.

Résultats majeurs

Ce travail a conduit au développement et à la mise en fonctionnement d'un démonstrateur de génération hybride de 500 W actuellement opérationnel qui est actuellement utilisé en enseignement par des étudiants de dernière année du cycle ingénieur.

Des travaux ont déjà été menés pour valider les différents modèles élaborés mais doivent être poursuivis dans le cadre d'une deuxième thèse démarrée en 2009.

Production scientifique depuis le début du projet

Publications ACL/brevets

Conférences

Invitées

Colloques : 3



USAR
unité support de l'ANR



CNRS USAR
3 rue Michel Ange
75794 Paris CEDEX 16