

Présentation des projets financés au titre de l'édition 2010 du
Programme « Blanc International SIMI 9 »

ACRONYME et titre du projet	Page
ArchiFlame – Fibres Nanoarchitecturées Retard au Feu	3
COBMUL – Nouveaux matériaux multicouches à base de cobalt pour applications optiques dans l'extrême ultra-violet.....	5
COMAGNET – Elaboration de films magnétiques à base cobalt par électrodéposition pulsée sous champ magnétique intense.....	7
CURIE-TSINGHUA – Surfaces biomimétique actives en élastomères cristaux liquides: preparation et étude des propriétés.....	9
HSynThEx – Effets synergiques de l'hélium et de l'hydrogène dans les matériaux métalliques de structure cubique centrée pour la fusion nucléaire: étude théorique et expérimentale	11
MINAFC – Céramiques Nanostructurées de Ferrites pour Hyperfréquences : de la Recherche Fondamentale vers les Dispositifs Intégrés.....	13
NanoBioCarbonate – Biomatériaux nanostructurés par templating organique, biomimétisme des otolithes et des perles.....	15
NAPOLECO – Polymères chargés nanotubes pour la conversion d'énergie	17
ONCO-SCREEN – Développement d'un nouvel outil microfluidique de tri et caractérisation de cellules cancéreuses.....	19
ProCoMedia – Propagation d'ondes en milieux complexes	21

PROMET – PROcédé anaérobie de traitement de boues et de valorisation du METHane : approche multi-échelle	23
T-shock – Etudes Expérimentales, Théoriques et Numériques de la Rupture des Matériaux Céramiques par Choc Thermique	25

Programme « Blanc International SIMI 9 »
Edition 2010

Titre du projet	ArchiFlame – Fibres Nanoarchitecturées Retard au Feu
Résumé	<p>L'intérêt pour les matériaux nanocomposites est liée au fait que l'amélioration des propriétés des produits finaux est souvent atteinte pour de faibles taux de charge sans diminuer significativement les autres propriétés. Ainsi, par rapport aux composites conventionnels, ces matériaux présentent de nombreuses améliorations et en particulier, l'augmentation du comportement au feu. L'objectif du projet ARCHIFLAME est d'élaborer des structures textiles composées de fibres nanocomposites de polyamide 6 avec des propriétés retardatrices de flamme améliorées. L'attention sera portée sur le contrôle de la nanoarchitecture de ces fibres lors de la phase d'extrusion. En effet, les processus d'élaboration des matériaux nanocomposites nécessitent d'agir au niveau des interfaces nanoparticule (NP)/polymère pour assurer la dispersion des nanoparticules. Différentes méthodes peuvent être envisagées et celle qui a été retenue dans ce projet est de greffer des composés à la surface des nanoparticules. Après une première étape de sélection des agents de couplage (CA) permettant d'assurer une bonne compatibilité entre la NP et la matrice polymère, la fonctionnalisation des nanoparticules sera réalisée. De plus, les limites éventuelles de l'amélioration de la réaction au feu conférée par les NP seront repoussées par l'utilisation d'agents retardateurs de flamme (FR). Il s'agira d'étudier l'influence du type de NP, en particulier leur forme, ainsi que la nature et la quantité des CA et composés FR utilisés sur la nanoarchitecture obtenue : dispersion et orientation des charges. Le contrôle de cette nanoarchitecture dépend non seulement des paramètres cités précédemment et liés à la chimie du système mais également des paramètres liés à la mise en forme des fibres nanocomposites. Ainsi, durant la phase d'extrusion, les conditions expérimentales telles que la température, la vitesse de rotation des vis, le taux d'étirage... vont jouer un rôle sur la morphologie du matériau final. Différentes fibres nanocomposites de PA6 seront réalisées en faisant varier les paramètres « chimiques » et de « procédé » et les propriétés mécaniques et de résistance au feu des échantillons ainsi obtenus seront évaluées. L'utilisation de diverses techniques de caractérisation telles que la microscopie électronique à balayage (SEM), la microscopie électronique en transmission (TEM), la résonance magnétique nucléaire</p>

(NMR)... permettra d'observer et de quantifier la qualité de la dispersion tout en étudiant l'orientation des nanoparticules au sein des fibres. Grâce à l'ensemble des informations collectées lors de ces différentes analyses, des relations entre la morphologie et les propriétés de résistance au feu pourront être établies, qui serviront à déterminer les conditions expérimentales à appliquer pour optimiser les performances finales du matériau. L'approche développée tout au long de ce projet sera validée par la réalisation de fibres mais aussi de tricotés qui seront également soumis à divers tests relatifs à la détermination des propriétés d'usage. Une étude plus fondamentale complètera la démarche et aura pour objectif d'expliquer les mécanismes physiques et chimiques mis en jeu pour l'obtention de propriétés retard au feu améliorées. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une nouvelle collaboration entre le laboratoire de « Sciences des Matériaux et d'Ingénierie » de l'Université de Beijing et l'Unité Matériaux et Transformations (UMET UMR 8207). L'intérêt de cette coopération réside dans la complémentarité entre les 2 équipes, dans le domaine de la chimie textile d'une part et dans la fonctionnalisation des matériaux en vue de l'obtention de propriétés améliorées d'autre part. Les résultats obtenus dans le cadre de cette collaboration seront valorisés sous forme de publications et de communications mais des applications industrielles pourront également être envisagées.

Partenaires

UMR 8207,
BUCT – CHINE - (BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY)

Coordinateur

Serge BOURBIGOT - UMR 8207
serge.bourbigot@dbmail.com

Aide de l'ANR

188 032€

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0901

Label pôle

UP-TEX

Titre du projet**COBMUL – Nouveaux matériaux multicouches à base de cobalt pour applications optiques dans l’extrême ultra-violet****Résumé**

Suite au fort développement des sources et applications dans les domaines de l’extrême ultra-violet (EUV) et dans rayons X mous, il est nécessaire de concevoir et fabriquer de nouveaux éléments optiques, par exemple pour imager la couronne solaire à la longueur d’onde de l’émission He II à 30,4 nm ou travailler avec des lasers X fonctionnant à 4,48 nm dans le fenêtre de l’eau. Les multicouches périodiques conviennent à ce but car les épaisseurs des couches sont de l’ordre du nanomètre, conduisant à des périodes de l’ordre du nanomètre adaptées pour diffractée les rayonnements EUV et X mous. Pour être utiles, ces optiques doivent avoir de grandes réflectivités et une stabilité thermique et temporelle appropriée. Pour de nombreuses applications, les multicouches doivent aussi être stables jusqu’à au moins 200°C. Nous comptons établir une méthodologie d’analyse des interfaces ainsi qu’un support théorique montrant les phénomènes intervenant aux interfaces des multicouches périodiques. Cette étude sera basée sur des multicouches à base de cobalt. Nous comptons aussi préparer de nouvelles multicouches à base de cobalt avec de remarquables propriétés optiques mais aussi présentant une bonne stabilité thermique, nécessaire pour travailler dans des environnements sévères comme les synchrotrons ou les lasers à électrons libres. Pour atteindre ce but nous pensons orienter nos recherches dans trois directions: (i) optimiser les paramètres du système Co/Mg (épaisseurs de couches, pression, puissance, température, ... , lors du dépôt) pour lequel des expériences préliminaires ont déjà été effectuées et se sont montrées prometteuses (réflectivité de 43%); ce système servira de prototype aux multicouches à base de cobalt; (ii) changer le magnésium par un autre matériel choisi pour ses constantes optiques et son aptitude à ne pas réagir avec le cobalt, (iii) considérer des systèmes tri-couches, avec deux autres couches métalliques autres que le cobalt ou une couche métallique et une couche d’un composé ayant une grande enthalpie de formation, car il a été montré que ces systèmes peuvent présenter une réflectivité plus grande que celle des systèmes bi-couches. Dans notre projet, le système Co/Mg sera étudié en premier en tant que prototype des multicouches à base de cobalt devant être développées. Une méthodologie combinant des techniques non-destructives de caractérisation, réflectométrie dans les domaines EUV et X durs,

spectroscopies d'émission X et de résonance magnétique nucléaire, effect Kerr magnéto-optique, sera appliquée pour comprendre les interactions interfaciales ayant lieu dans ce type de multicouches. Alors à partir de ces connaissances, un processus d' « interface engineering » sera mis en œuvre pour améliorer la qualité structurale des empilements ainsi que pour anticiper leur comportement jusqu'à des températures de quelques centaines de degrés Celsius. Cela permettra la conception de nouvelles multicouches à base de cobalt utilisables pour des applications concrètes. Les multicouches ainsi conçues seront fabriquées et leur comportement interfacial contrôlé afin de conduire des hautes réflectivités. Le projet pourra être considéré comme réussi si un jeu de multicouches à base de cobalt aura pu être conçu, fabriqué et optimisé pour travailler dans le domaine EUV tout en présentant une stabilité thermique bien supérieure à 200°C et adapté pour des applications pour synchrotron, laser à électrons libres, observation solaire dans l'EUV, ...

Partenaires

LCPMR (Laboratoire de Chimie Physique - Matière et Rayonnement)
Centre National de la Recherche Scientifique- Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, UDS, CNRS UMR 7504,
IPOE – CHINE - (Institute of Precision Optical Engineering, Tongji University -)

Coordinateur

Philippe JONNARD - LCPMR
philippe.jonnard@upmc.fr

Aide de l'ANR

75 712 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0902

Titre du projet**COMAGNET – Elaboration de films magnétiques à base cobalt par électrodéposition pulsée sous champ magnétique intense****Résumé**

Le projet COMAGNET s'inscrit dans un thème commun développé depuis plusieurs années par chaque laboratoire partenaire (LACMDTI de l'université de Reims Champagne-Ardenne (France) et le Laboratoire EPM de l'université de Northeastern - Chine) : la magnétoscience. L'interaction d'un champ magnétique avec un procédé d'élaboration de matériaux permet de modifier les caractéristiques des composés obtenus. L'intérêt principal de ce projet est d'élaborer des films magnétiques d'alliages ou oxydes métalliques à base cobalt, présentant des applications dans le domaine magnétique. Les candidats pour nos études sont des alliages nanostructurés tels que les CoX ($X = \text{Cu, Ni, Fe, Cr, Pt...}$) et oxydes tel que le CoFe_2O_4 , pour différentes applications : aimants permanents, enregistrement magnétique, effet de magnétorésistance géante GMR, magnéto-optiques). L'objectif majeur est de montrer que les propriétés magnétiques (forces coercitives, aimantation de saturation, anisotropie magnétique) sont modifiées par l'imposition d'un champ magnétique intense (HMF) durant le procédé d'élaboration. L'originalité et le côté novateur de COMAGNET est de coupler deux procédés réalisés sous champ magnétique intense :

- d'une part élaborer des alliages et oxydes de cobalt nanostructurés par électrodéposition pulsée sous champ magnétique intense,
- d'autre part, réaliser des traitements thermiques ou une oxydation en présence de champ magnétique sous atmosphère contrôlée des matériaux électrodéposés.

Le couplage des deux procédés a pour but d'augmenter la fonctionnalité du matériau. Des études de l'électrodéposition (méthode à bas coût) sous champ magnétique de couches minces d'alliages ou oxydes ont mis en évidence l'influence du champ magnétique sur la morphologie, la composition de phase cristallographique ou bien encore les propriétés physiques du matériau. Le champ magnétique favorise généralement des dépôts plus denses et plus homogènes avec des tailles de grains réduites. Le champ magnétique devient alors une alternative aux agents nivelants et brillanters durant le procédé, agents très souvent toxiques et polluants et dont la présence rend les bains électrochimiques difficiles à contrôler. Dans le cas de dépôts de cobalt ou alliages de cobalt tel que le FeCo , le champ magnétique influence la structure et les propriétés magnétiques du matériau. Généralement, des dépôts réalisés par électrodéposition nécessitent des traitements

thermiques sous atmosphère contrôlée afin d'améliorer la fonctionnalité du matériau. Le Laboratoire EPM bénéficie d'une expérience significative dans le domaine des phénomènes métallurgiques sous champ magnétique intense tels que la solidification, la diffusion, et les réactions à l'interface substrat-film. Il s'agit dans ce projet de développer aussi bien des dépôts épais ou d'épaisseur nanométrique en fonction de l'application souhaitée. La partie du projet « électrodéposition sous champ magnétique intense » sera coordonnée par le LACMDTI et sera menée à bien par le recrutement de deux post-doctorants alors que le laboratoire EPM recrutera un post-doctorant afin de réaliser l'étude des traitements sous champ magnétique intense. Les caractérisations des matériaux obtenus seront partagées par les deux partenaires puisque leurs équipements sont très complémentaires (Analyse par DRX, ICP, XPS, AES, MEB, TEM, MFM, VSM...). Les mécanismes de formation des matériaux lors des différents procédés utilisés seront appréhendés par des études fondamentales durant la troisième année en s'appuyant sur l'expérience des deux laboratoires partenaires spécialisés dans les domaines respectifs.

Partenaires

URCA - Laboratoire d'Analyses des Contraintes Mécaniques et Dynamique de Transferts aux Interfaces (LACMDTI)
CHINE - Northeastern University - Key Laboratory of Electromagnetic Processing of Materials

Coordinateur

Jean-Paul CHOPART - URCA
jp.chopart@univ-reims.fr

**Aide de l'ANR
Début et durée**

192 400 €
36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0903

Label pôle

Materialia (ex MIPI matériaux innovants et produits intelligents)

Titre du projet**CURIE-TSINGHUA – Surfaces biomimétique actives en élastomères cristaux liquides: preparation et étude des propriétés****Résumé**

Le projet a comme objectif le développement de surfaces biomimétiques actives en élastomère cristal liquide. L'approche utilisée fait appel à la technique de "soft lithography". Les surfaces préparées devraient présenter un changement important mais réversible de leur rugosité sous l'action de stimuli externes. Ce changement de rugosité devrait avoir des conséquences très importantes au niveau de certaines propriétés physiques et physico-chimiques de ces surfaces: adhésion, mouillage, réflectivité,... Quelques études récentes ont montré qu'il était possible d'obtenir des surfaces stimulables dont on pouvait changer par exemple les propriétés de mouillage par action d'un signal externe. Ce changement est la conséquence le plus souvent d'une modification des propriétés physico-chimiques de la surface. Très peu d'exemples exploitent un changement réversible de la micro/nanostructure de la surface sous l'action d'un stimulus externe pour influencer certaines propriétés comme l'adhésion ou le mouillage. S'écartant très significativement de ces travaux, notre projet décrit une nouvelle approche pour la préparation de surfaces biomimétiques stimulables. Cette approche associe matériaux stimulables (ou "smart materials") et une technique de soft lithography appelée "replica molding". Les matériaux stimulables sont des matériaux qui répondent par un changement de taille et/ou de forme sous l'effet d'un stimulus externe. Les polymères jouent un rôle majeur dans le domaine des matériaux stimulables, souvent appelés actuateurs ou muscles artificiels, et en particulier les élastomères cristaux liquides. Les élastomères cristaux liquides sont des modèles très intéressants de muscles artificiels car ils peuvent, dans certaines conditions, se contracter réversiblement jusqu'à 500 % sous l'action de stimuli externes, thermique ou photochimique par exemple. D'autre part, la technique de soft lithography appelée replica molding a été développée récemment dans le groupe de Whitesides aux USA. Schématiquement, cette technique consiste à enduire la surface dont on veut dupliquer le relief (micro/nanostructure) avec un prépolymère liquide de PDMS. Ce précurseur se transforme progressivement en élastomère solide, ceci sans retrait. Le moulage est donc parfait. L'élastomère en PDMS a aussi comme propriété particulière de ne pas adhérer aux surfaces solide. Le moule formé pourra donc être pelé de la surface mère, créant une réplique dupliquant le micro/nanorelief de cette surface.

Cette technique, initialement utilisée sur des surfaces inorganique dures, peut également servir à dupliquer la surface d'autres matériaux , en particulier d'origine biologique, comme la surface de feuille de lotus ou d'aile de papillon. La combinaison des deux domaines pourra donner des surfaces biomimétiques stimulables en élastomères cristaux liquides. Pour atteindre cet objectif, le projet s'appuiera sur l'expertise apportée par chacun des trois partenaires dans les domaines suivants: (i) le design moléculaire et la synthèse de monomères cristaux liquides, d'agents réticulants et des élastomères cristaux liquides correspondants; (ii) la préparation des moules en PDMS à partir de surfaces d'origine biologique choisies judicieusement; (iii) la caractérisation structurale des surfaces stimulables par MEB environnemental; (iiii) l'étude des propriétés physiques des surfaces filles stimulables et de leur évolution sous l'action de stimuli externes. Les trois partenaires associés pour mener à bien ce projet ont déjà établi antérieurement des collaborations fructueuses, concrétisées par des publications communes.

Partenaires

CURIE - Laboratoire Physico-chimie Curie UMR 168
ARMINES - CMGD - Ecole des Mines d'Alès
CHINE - Tsinghua University - Department of Chemical Engineering

Coordinateur

Patrick keller - CURIE
Patrick.keller@curie.fr

Aide de l'ANR

179 247 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0904

Titre du projet

HSynThEx – Effets synergiques de l'hélium et de l'hydrogène dans les matériaux métalliques de structure cubique centrée pour la fusion nucléaire: étude théorique et expérimentale

Résumé

Le développement de matériaux avancés est actuellement l'une des problématiques majeures pour permettre à moyen terme la production d'électricité par fusion nucléaire. En effet, les structures envisagées, à la fois dans les Tokamak actuellement à l'étude et dans les réacteurs du futur, doivent pouvoir résister à l'irradiation par des neutrons de 14 MeV ainsi qu'au flux élevé de H/He provenant de la fusion deutérium-tritium. Malgré de nombreux efforts dans ce domaine, l'interaction des éléments du plasma (H, He) avec les matériaux envisagés de structure cubique centrée ainsi que le mécanisme de cloquage (« blistering ») ne sont pas encore bien compris, ce qui rend difficile le développement de matériaux dont la résistance à l'irradiation a pu être optimisée. C'est pourquoi nous proposons de réaliser une étude théorique et expérimentale sur l'effet de He et H sur l'évolution microstructurale de matériaux modèles à base de Fe et W. L'effet de synergie dû à la présence simultanée de He et H sera en particulier abordé dans le cadre de ce projet. Cette collaboration, qui rassemble des compétences françaises et chinoises dans le domaine des matériaux nucléaires, est particulièrement motivée par la forte implication des deux pays dans le projet ITER. Le travail scientifique envisagé se divise en trois tâches principales. La tâche 1 concerne uniquement la partie expérimentale, c'est-à-dire la caractérisation des interactions entre H/He et des échantillons métalliques base Fe (Fe pur, Fe(C), FeCr) ou base W. Cette étude s'appuie sur plusieurs techniques complémentaires d'analyses structurale et chimique du matériau après implantation ou contact direct avec le plasma H/He. La tâche 2 se déroule parallèlement à la tâche 1 et consiste en une étude à l'échelle atomique des propriétés de diffusion et d'agrégation de He et de H avec les défauts ponctuels, dans Fe et W en utilisant des approches complémentaires. La tâche 3 concerne la simulation directe des résultats expérimentaux en utilisant des modèles mésoscopiques paramétrés par les résultats de la tâche 2. En pratique, la principale caractéristique de ce projet réside dans la comparaison systématique entre les résultats expérimentaux et théoriques. Cette étape sera utile pour valider et améliorer les différentes approximations consenties dans les approches théoriques et pour expliquer les mécanismes à l'échelle atomique qui sous-tendent les

données expérimentales. La description phénoménologique de l'effet de synergie de He et H constitue l'un des objectifs importants de ce projet. Tous les partenaires impliqués ont déjà consacré un effort important dans le domaine des matériaux pour le nucléaire, d'un point de vue expérimental et théorique, qui s'est traduit par plus de 100 publications dans les revues internationales, notamment Nature Materials, Physical Review Letters, Physical Review B et Acta Materialia. Les méthodes de Monte Carlo cinétique et de dynamique d'amas au SRMP (CEA Saclay), la dynamique moléculaire et le champ de phase à BUAA, les installations expérimentales JANNuS au CEA Saclay et le LPG à BUAA sont totalement complémentaires, ce qui justifie pleinement cette collaboration internationale.

Partenaires

SRMP - Service de Recherches de Métallurgie Physique, CEA
USTB - University of Science and Technology Beijing - CHINE
BUAA - Beijing University of Aeronautics and Astronautics - CHINE

Coordinateur

Chu Chun Fu - SRMP
chuchun.fu@cea.fr

Aide de l'ANR

200 243 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0905

Titre du projet

MINAFC – Céramiques Nanostructurées de Ferrites pour Hyperfréquences : de la Recherche Fondamentale vers les Dispositifs Intégrés.

Résumé

MINAFC regroupe 5 équipes de recherche impliquées aussi bien dans la préparation de nanopoudres magnétiques que leur consolidation sous forme de céramiques nanostructurées, leur caractérisation et l'étude de leurs propriétés magnétiques avec un intérêt particulier pour leurs applications en hyperfréquences. Les principaux objectifs de ce projet se déclinent en recherche fondamentale et appliquée pour étendre les connaissances actuelles sur les matériaux magnétiques granulaires au cas des matériaux nanocristallins, pour concevoir à terme de nouveaux dispositifs électromagnétiques. Notre choix s'est porté sur les ferrites comme céramiques magnétiques modèles. En raison de leur richesse chimique et structurale, Ils ont longtemps été utilisés comme supports pour l'enregistrement magnétique, inductances haute fréquence, absorbeurs micro-ondes, antennes et dans pratiquement tous les systèmes de communication. Les ferrites spinelles et grenat sont utilisés dans la gamme de fréquences allant de plusieurs centaines de MHz à plusieurs GHz et les hexaferrites dans la gamme des GHz. Si des avancées techniques ont été atteintes dans la fabrication de nanoparticules, leur consolidation en maintenant la taille des grains à quelques nanomètres reste un véritable challenge et devrait ouvrir un large champ d'application dans le domaine du magnétisme en général et des hyperfréquences en particulier. Le frittage par Spark Plasma Sintering (SPS) est une technique prometteuse, comme en témoignent les résultats préliminaires obtenus par une collaboration antérieure entre les partenaires 1 (France) et 4 (Mexique). Elle offre l'avantage de réduire considérablement les temps et les températures de frittage. Elle sera particulièrement utilisée pendant le projet. Le consortium franco-mexicain proposé dans le cadre de ce projet offre de réelles chances de réussite. Deux groupes de chimistes, le laboratoire ITODYS qui a développé une méthode originale de synthèse par chimie douce de nanoparticules de taille et de forme contrôlées (Partenaire 1) et le laboratoire AAM qui a une expertise dans l'élaboration de nanoparticules par mécanosynthèse (Partenaire 5) ; Deux groupes spécialisés dans l'étude et les applications des matériaux magnétiques, les laboratoires SATIE (Partenaire 3) et IRM (Partenaire 4) et un groupe ayant une expertise dans l'analyse des structures magnétiques par spectroscopie Mössbauer et leur étude théorique, le laboratoire LPEC de l'Université du

Maine Le Mans (Partenaire 2). Il est important de noter que les propriétés générales des nanomatériaux sont extrêmement différentes de celles de leurs équivalents massifs. Cela est essentiellement dû au fait que la surface des nanoparticules (ou les interfaces entre les nanocristaux) devient prépondérante. La forte concentration de défauts dans ce type de zone et l'interruption de la liaison chimique affectent grandement les propriétés magnétique de ces objets. Les interactions magnétiques entre les particules ou les cristaux (qui dépendent de manière complexe des distances moyennes, de la possibilité de former des clusters, de la nature des joints de grains, etc), ont pour conséquence une modification complète des propriétés magnétiques macroscopiques. Cette particularité des nanomatériaux sera étudiée dans le cadre de ce projet, car elle pourrait générer de nouveaux comportements magnétiques avec des applications technologiques originales ou optimisées. Enfin, les études magnétiques, théoriques couplées aux mesures expérimentales réalisées sur toutes les nanostructures élaborées, permettront de mieux cerner ces comportements. En fonction des résultats obtenus des dispositifs micro-ondes, incluant ces nanomatériaux, seront envisagés, voire fabriqués.

Partenaires

ITODYS - Interface, Traitement, Organisation et DYnamique des Systèmes
LPEC - - Laboratoire de Physique de l'Etat Condensé
SATIE - Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et l'Energie
IRM - Instituto de Investigaciones in Materiales - Institut of Research on Materials - MEXIQUE
AAM - Academica Area de materials - Particulate materials Group - MEXIQUE

Coordinateur

Souad AMMAR - ITODYS
ammarmar@univ-paris-diderot.fr

Aide de l'ANR

286 700 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0907

Titre du projet	NanoBioCarbonate – Biomatériaux nanostructurés par templating organique, biomimétisme des otolithes et des perles
Résumé	<p>Les tissus minéralisés (comme la nacre, l'os ou la dent) sont produits dans la nature pour optimiser les performances mécaniques. Ce résultat est obtenu grâce à une stratégie de structure multiéchelle hybride dans laquelle la matrice organique contrôle le dépôt minéral et augmente la ténacité ainsi que la résistance. Notre approche consiste à étudier deux matériaux naturels pour comprendre le contrôle exercé par les protéines sur cette structure et ses propriétés. L'identification des protéines qui servent d'intermédiaire à la minéralisation est un challenge prometteur pour façonner des matériaux nanostructurés; nous pouvons apprendre beaucoup des modèles naturels dans ce domaine. Nos matériaux de départ sont deux biomatériaux typiques (la perle d'eau douce et l'otolithe de poisson). Nous planifions d'extraire et de purifier les protéines. Ensuite, pour valider leur rôle, nous comptons faire des expériences de minéralisation in vitro, en utilisant les protéines extraites. La recherche se concentre sur des types différents de macromolécules biologiques avec des poids moléculaires différents. Leurs effets sur la structure du cristal et les propriétés mécaniques, peuvent être façonnées de cette manière. L'Université Tsinghua a accumulé beaucoup de connaissances dans l'étude des biominéralisations. L'ISTO de l'Université Orléans a une grande expérience de l'ultrastructure organo-minérale et accède à une caractérisation protéomique sur le campus d'Orléans (CBM du CNRS). L'Institut FEMTO de l'Université de Franche-Comté de Besançon possède le spécialiste de la nanomécanique de la nacre (nano-indentation et nano-tribologie). La coopération entre la France et la Chine est effective depuis 2005 où nous avons obtenu un premier contrat PRA. La coopération entre nos deux pays va pouvoir concrétiser nos efforts et améliorer la compréhension des biominéralisations obtenus par médiation. Il s'agit d'ouvrir de nouvelles voies pour préparer des hybrides à l'échelle nanométrique en utilisant des protéines ou d'autres macromolécules organiques comme template ou médiateur.</p>
Partenaires	<p>CNRS-ISTO - Centre National de la Recherche Scientifique-Institut des Sciences de la Terre d'Orleans Tsinghua University - Department of Materials Science and Engineering (DMSE) - CHINE</p>
Coordinateur	Xavier Bourrat - CNRS-ISTO

xavier.bourrat@univ-orleans.fr

Aide de l'ANR 204 880 €
Début et durée 36 mois

Référence ANR-10-INTB-0909

Titre du projet**NAPOLECO – Polymères chargés nanotubes pour la conversion d'énergie****Résumé**

Le développement intensif de l'électronique portable et de manière générale des systèmes intégrés a mis en avant le problème de leur alimentation. Actuellement, la source d'énergie la plus utilisée est la batterie mais cette dernière a une durée de vie limitée et pose un problème de recyclage. C'est pourquoi, le développement de sources d'énergie autonomes utilisant les ressources disponibles dans l'environnement connaît un fort intérêt depuis ces dernières années. Parmi celles-ci, les vibrations mécaniques occupent une place de choix pour réaliser des convertisseurs d'énergie mécano-électriques. Beaucoup de travaux de recherches se sont focalisés sur les matériaux céramiques piézoélectriques mais ces derniers présentent des déformations faibles et demandent des procédés de fabrications complexes. Par opposition, les polymères électroactifs possèdent une très grande flexibilité et peuvent être facilement moulés sous différentes formes. Néanmoins, leur aptitude à la conversion reste plus faible que celle des matériaux piézoélectriques. C'est pourquoi il est important de rechercher de nouvelles voies pour augmenter leur capacité à transformer l'énergie ambiante en énergie électrique en élaborant de nouveaux matériaux encore plus performants et en les associant à des interfaces électroniques capables d'augmenter l'extraction d'énergie. Le but de ce projet est de contribuer au développement de nouveaux composites polymères chargés avec des nano-objets afin de réaliser des convertisseurs d'énergie performants à partir de la vibration mécanique ou de la chaleur. Ces nouveaux composites seront préparés en utilisant des nano-tubes de carbone fonctionnalisés et dispersés dans une matrice polymère. Ils seront caractérisés à différentes échelles. Cette caractérisation inclura de l'imagerie (interaction entre le nano-tube et la matrice, interaction entre le composite et son électrode) et la mesure des coefficients macroscopiques traduisant l'aptitude à la conversion (par exemple le coefficient d'électrostriction Q ou M , le courant et la puissance électrique disponible sous gradient thermique ou sous contrainte mécanique) et les paramètres électriques et mécaniques les plus significatifs (permittivité, seuil de percolation, Module d'Young). Ce projet s'inscrit dans les actions de recherches internationales en cours sur l'optimisation de la conversion d'une forme d'énergie sous une autre et sur une meilleure interprétation des mécanismes responsables de cette conversion aux

différentes échelles. Il a aussi pour objectif de développer de nouveaux systèmes de récupération d'énergie performants utilisant la chaleur et la vibration mécanique disponibles dans l'environnement. Ces récupérateurs constituent une des briques indispensables pour développer des dispositifs auto-alimentés et sans fils comme par exemple des équipements de contrôle structural de santé ou des capteurs parfaitement autonomes. Ce projet contribuerait enfin à une utilisation à la fois plus rationnelle de l'énergie et plus soucieuse de l'environnement.

Partenaires

INSA-MATEIS - INSA de LYON - Matériaux: Ingénierie et Science
CID - Centro de Investigacion y Desarrollo Tecnológico - MEXIQUE
INSA-LGEF - Laboratoire de Génie Electrique et de Ferroélectricité
UIA - Universidad Iberoamericana - MEXIQUE

Coordinateur

Karine MASENELLI-VARLOT - INSA-MATEIS
karine.Masenelli-Varlot@insa-lyon.fr

Aide de l'ANR

299 500 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0910

Titre du projet**ONCO-SCREEN – Développement d'un nouvel outil microfluidique de tri et caractérisation de cellules cancéreuses****Résumé**

Le programme de recherche présenté est conduit conjointement par des partenaires Singapouriens et Français possédant une expertise avérée en biophysique, chimie analytique ultra-sensible, microfluidique et cancérologie, désirant élaborer un microsystème intégré permettant de quantifier simultanément les caractéristiques migratoires et l'expression génique de différentes cellules cancéreuses soumises à des environnements chimiques variables. La migration des cellules cancéreuses sera induite et dirigée par un gradient de concentration de chimioattractant généré par un système microfluidique et les cellules seront séparées puis collectées dans des micro-chambres individuelles en fonction de leur vitesse de déplacement. Nous avons montré que les cellules se déplacent comme attendu dans l'outil microfluidique et nous voulons au travers de ce partenariat franco-singapourien intégrer dans ce système microfluidique un dispositif ultrasensible de détection sur puce d'expression de gènes. Notre but est de proposer à la communauté un outil scientifique permettant une caractérisation quantitative complète des cellules cancéreuses basée sur leur activité (vitesse et sens de migration) et leur signature moléculaire (expression génique) et examiner leurs adaptations en fonction de la nature de leur environnement. Un système microfluidique diffusant des volumes de l'ordre du nano-litre d'une molécule chimioattractante (Facteur de croissance épidermique ou facteur 1 dérivé-stromal) dans une micro-chambre seraensemencé par trois lignées humaines de cancer du sein (MCF-7, HBL-100, MDA-MB-231) choisies pour leurs propriétés migratoires très distinctes. L'analyse quantitative du sens et de la vitesse de migration ainsi que de la polarisation des cellules sera conduite par microscopie en temps réel assistée par ordinateur. Les cellules cancéreuses seront alors collectées (par utilisation de trypsine ou une méthode hydrodynamique) et caractérisées par la technique quantitative de transcription inverse – amplification par réaction en chaîne (qRT-PCR) en ce qui concerne l'expression de certains gènes spécifiques des cellules épithéliales (E-cadhérine, bêta-caténine) ou mésenchymateuses (vimentine, twist). Par la suite, un nouveau protocole sera développé afin de permettre la détection sur une puce intégrée de l'expression d'acides ribonucléiques messagers (ARNm) spécifiques des cellules MCF-7 (récepteur aux estrogènes), HBL-100 (beta-

activine), et MDA-MB-231 (vimentine). Suite à leur migration et séparation dans la chambre chimiotactique chaque population cellulaire sera collectée dans des chambres individuelles et exposée à un champ électrique afin d'induire la dislocation des membranes plasmiques. Les ARNm cytoplasmiques libérés seront dirigés vers la zone de détection afin de réaliser une analyse moléculaire en utilisant une nano structure de détection électrique. Suite à l'hybridation entre l'ARNm cible et des sondes complémentaires immobilisées, une méthode d'amplification chimique permettra de générer une conductance électrique. Le courant mesuré sera proportionnel à la quantité d'hybrides stables formés et permettra d'associer une signature génique au phénotype de chacune des lignées cancéreuses. Nous pourrions également ainsi examiner l'effet d'un changement de l'environnement chimique sur le phénotype cellulaire et l'expression génique. Ce projet va permettre la réalisation d'une nano structure électrique de détection d'ARNm, ultrasensible et rapide constituant un outil puissant pour de très nombreuses applications biologiques. La connaissance générée par ce projet aura un impact sociétal important grâce au développement d'un nouveau système de caractérisation sur puce (lab-on-chip) de cellules cancéreuses et va permettre d'accélérer le transfert des technologies microfluidiques et des nano-détecteurs à la recherche diagnostique et prédictive en cancérologie humaine.

Partenaires

INL – UCBL - Institut des Nanotechnologies de Lyon
GMC – UCBL - Centre de Génétique Moléculaire et Cellulaire
IBN - Institute of Bioengineering and Nanotechnology - SINGAPOUR

Coordinateur

Rosaria FERRIGNO - INL - UCBL
rosaria.ferrigno@univ-lyon1.fr

Aide de l'ANR

236 087 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0913

Titre du projet

ProCoMedia – Propagation d'ondes en milieux complexes

Résumé

Ce projet s'intéresse au contrôle des propriétés des ondes par le contrôle du désordre. Il s'appuie sur une collaboration franco-chilienne de plus d'une dizaine d'années, qui a donné lieu à des avancées théoriques significatives de la compréhension de la propagation d'ondes en milieux complexes. Dans leur pays respectif, les deux partenaires français et chilien de cette collaboration initiale (entre théoriciens) ont développé des interactions fortes avec des groupes expérimentaux. Le présent projet amènera la collaboration entre ces différents partenaires à un nouveau niveau d'ambition, en regroupant les groupes expérimentaux et théoriques dans une initiative commune. Les activités de recherche seront donc de nature expérimentale et théorique et elles seront menées symétriquement en France et au Chili. Les échanges entre les participants de laboratoires différents et de pays différents seront effectifs et efficaces, comme ils l'ont toujours été dans nos collaborations passées. Pour ce faire, un usage fréquent sera fait des technologies usuelles de communication à distance pour relier les différents groupes mais nous sommes attentifs à organiser également des rencontres entre personnes physiques, qui produisent des échanges plus motivants, qu'ils soient collectifs ou personnels. La propagation d'onde en milieux complexes est un vaste sujet. En particulier, le manque de description quantitative du rôle du désordre sur la propagation d'onde affecte différents domaines de la physique des ondes, et donc différents champs d'applications: la technologie des semiconducteurs amorphes, le contrôle de la turbulence dans les fluides, la caractérisation des matériaux granulaires dans l'industrie minière, ... Dans ce projet, nous avons choisi deux thèmes spécifiques : 1) la propagation d'onde dans des milieux périodiques perturbés et 2) l'effet des non-linéarités sur la propagation d'onde dans des milieux désordonnés. Les théories existantes seront revisitées et étendues suivant les besoins et elles seront comparées à des simulations numériques directes et à des expériences de laboratoires. Ces expériences vont être réalisées dans différents domaines de la physique des ondes: avec des micro ondes (typiquement centimétriques) dans des métamatériaux metallo-diélectriques, avec des ondes acoustiques 1D dans des guides connectés périodiquement (ou non périodiquement) à des résonateurs de Helmholtz; avec des ondes à la surface d'un fluide et avec des ondes ultrasonores dans des matériaux solides.

Outre l'intérêt scientifique que nous avons tous pour ces sujets, les critères que nous avons privilégiés pour définir notre projet sont : A) la familiarité des participants avec une ou plusieurs technologies développées et maintenant disponibles qui offrent des capacités uniques de mesures. B) La facilité du contrôle du désordre dans le milieu de propagation C) Les relations proches entre capacités théoriques et expérimentales des participants au projet D) Les collaborations existantes fructueuses entre les différents participants.

Partenaires

LOA/ESPCI, - Institut Langevin
LAUM - Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine
PMMH - Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes
POEMS/ENSTA - Propagation des Ondes : Étude Mathématique et Simulation
UCHile - Depto de Fisica - Facultad Ciencias Fisicas y Matematicas -Universidad de Chile - CHILI

Coordinateur

Agnes Maurel - LOA/ESPCI
agnes_fantomas@hotmail.com

Aide de l'ANR

305 116 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0914

Titre du projet**PROMET – PROCédé anaérobie de traitement de boues et de valorisation du METHane : approche multi-échelle****Résumé**

La digestion anaérobie de boues reçoit un regain d'intérêt dans le contexte actuel d'environnement et d'énergie renouvelable, et joue un rôle croissant grâce à sa capacité de transformer des matières organiques dans des eaux usées en biogaz composé principalement de 50-75% méthane. Elle réduit également la quantité de boues pour l'épandage tout en détruisant la plupart des microbes pathogènes et en limitant des problèmes d'odeur. La digestion anaérobie optimise ainsi des coûts opérationnels des stations d'épuration. Le biogaz produit peut être facilement valorisé comme source d'énergie renouvelable par la technologie robuste telle que des unités combinées de chaleur et d'électricité sur place. Le méthane purifié trouve d'autres applications telles que le carburant vert de véhicule, le produit de remplacement pour le gaz naturel et la matière première dans des procédés pétrochimiques. La valorisation du méthane évite aussi l'émission d'un gaz à l'effet de serre. Le procédé anaérobie pour le traitement de boues et la valorisation de méthane correspond donc à un paradigme de développement durable : du traitement indispensable à la valorisation salubre avec un rendement économique. Si beaucoup d'efforts ont été consentis à l'application des technologies anaérobies dans le monde, il y a encore très peu de projets de recherche dédiés au cœur d'un procédé anaérobie qui est le réacteur, en particulier la compréhension fondamentale de différents mécanismes impliqués dans un tel procédé pour intensifier son efficacité. Des réacteurs anaérobies à écoulement ascendant et à charge hydraulique élevée tels que UASB, ICAR ou encore EGSB, etc., sont très répandus dans le monde. Néanmoins, comme tous les réacteurs polyphasiques en Génie des Procédés, ces réacteurs sont de nature très complexe, particulièrement en raison du couplage entre les aspects biochimiques et les écoulements triphasiques. Si les mécanismes biochimiques de la digestion anaérobie ont été largement étudiés, rares sont les études portant sur la relation entre l'hydrodynamique et l'efficacité du procédé anaérobie à travers la qualité de boues et la production du méthane, à l'exception de l'approche globale du type boîte noire. Le présent projet dans le cadre d'ANR Blanc - NSF Chine vise à initier une étude novatrice, à l'aide d'une approche multi-échelle, sur la compréhension des phénomènes fondamentaux afin de mieux comprendre le réacteur anaérobie ICAR dont l'hydrodynamique est

similaire à celle dans UASB mais plus complexe avec la recirculation, et ensuite de l'intensifier. Deux axes prioritaires, l'un sur des boues et l'autre sur le méthane, sont abordés dans ce projet : (1) les comportements des granules de boues seront exhaustivement étudiés d'un point de vue hydrodynamique entre trois phases en présence : granules - bulles du biogaz et eau. L'évolution tant physique que biochimique d'un seul granule soumis à un champ de cisaillement dans un microcellule à micro-échelle sera lié aux propriétés globales caractérisées par prélèvement sur un pilote 3D à macro-échelle ; (2) les mécanismes de génération et de croissance du méthane seront étudiés de la nucléation d'une microbulle à la surface d'un granule jusqu'à ce qu'à l'analyse du biogaz issu d'un pilote 3D à macro-échelle dans de diverses conditions opératoires. Ces travaux seront complétés par des expériences dans un pilot 2D où de principales interactions sont présentes entre les trois phases. La complexe hydrodynamique entre l'eau ascendante, des granules en sédimentation et des bulles en ascension sera étudiée à l'aide de la métrologie avancée de PIV, micro-PIV et de la simulation numérique LB. La parfaite complémentarité disciplinaires entre nos deux équipes et une collaboration préliminaire déjà établie permettra d'obtenir d'originaux résultats pour éclairer des mécanismes fondamentaux encore méconnus dans un procédé anaérobie de traitement de boues et de valorisation du méthane.

Partenaires

LRGP Laboratoire Réactions et Génie des Procédés
DESE - Department of
Environmental Science & Engineering - Tsinghua University
- Beijing - CHINE

Coordinateur

Huai Zhi LI - LRGP
Huai-Zhi.Li@ensic.inpl-nancy.fr

Aide de l'ANR

176 280 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0906

Titre du projet**T-shock – Etudes Expérimentales, Théoriques et Numériques de la Rupture des Matériaux Céramiques par Choc Thermique****Résumé**

Grâce à leurs propriétés extraordinaires à haute température et dans les environnements corrosifs et érosifs, les matériaux céramiques trouvent de plus en plus d'applications dans les industries et aussi dans beaucoup d'autres domaines. Cependant, à cause de leur fragilité intrinsèque, les matériaux céramiques manifestent une résistance faible à la rupture sous conditions thermiques qui génèrent des contraintes thermiques. Par conséquent, dans le but de fiabiliser les conceptions d'ingénierie ou de maîtriser le développement des nouveaux matériaux céramiques, il est important que les mécanismes de la rupture sous contraintes thermiques soient bien compris. La dégradation des matériaux céramiques par choc thermique peut être montré par un essai de trempage. On peut observer clairement que la résistance résiduelle du matériau diminue considérablement après la trempé dès que une température critique est atteinte. Il est communément accepté que la naissance des macro-fissures soit la cause principale de la diminution de la résistance résiduelle. Les matériaux céramiques sont développés pour satisfaire un large besoin industriel et d'ingénierie. Bien que considérables progrès aient été réalisés dans l'élaboration des céramiques à haute performance, les recherches sur l'évaluation et la simulation de la rupture dans les céramiques semblent de stagner, en particulier dans le cas du choc thermique. En fait, les ingénieurs et les scientifiques ont souvent besoin d'une description détaillée et précise de l'initiation et de la propagation des macro-fissures par choc thermique. Les outils théoriques et numériques conventionnels ne peuvent satisfaire pleinement à cette exigence. Le développement des méthodologies nouvelles est alors nécessaire. Dans ce projet, nous nous proposons à établir des modèles d'endommagement afin de traiter la rupture dans les matériaux céramiques par choc thermique sur la base d'une analyse multi-échelle puis à implémenter ces modèles dans un code éléments finis. Pour ce faire, nous allons combiner les compétences de tous les partenaires participant à ce projet, soient : - La puissante capacité expérimentale des partenaires chinois, en expérience et en équipement ; - L'expérience longue des partenaires chinois et français dans la modélisation à multi-échelle ; - La position leader des partenaires français dans l'analyse de l'endommagement et de la rupture et aussi dans la simulation numérique

correspondante. Tous ces éléments garantissent la formation d'une équipe de recherche éminente et la qualité de recherche à haut niveau.

Partenaires

LPMTM - Laboratoire des Propriétés Mécaniques et Thermodynamiques des Matériaux
IdA - Institut Jean le Rond d'Alembert
LMS - Laboratoire de Mécanique des Solide
LNM - Laboratory of Nonlinear Mechanics, China Academy of Sciences - CHINE
SMRC - Solid Mechanics Research Center, Beijing University of Aeronautics and Astronautics - CHINE
CCM - Center for Composite Materials, Harbin Institute of Technology - CHINE

Coordinateur

Jia Li - LPMTM
jia.li.lpmtm@gmail.com

Aide de l'ANR

185 200 €

Début et durée

36 mois

Référence

ANR-10-INTB-0915