

Titre du projet

2CHARME : Chaux-Chanvre-Argile : un Matériau Environnemental

Résumé

Ce programme vise à étudier la faisabilité, sans cuisson, de matériaux bio-composites à base de fibres végétales (chanvre), de phyllosilicates et d'un liant à base de chaux présentant des propriétés adaptées à des applications de matériaux de structure dans le domaine du bâtiment.

Nous proposons un projet sur une durée de 3 ans s'attendant à l'étude physico-chimique des phénomènes de transfert aux interfaces fibres cellulosiques / phyllosilicate / chaux. Avec cette recherche, nous désirons :

- développer notre compréhension des mécanismes régissant les échanges ioniques aux interfaces afin d'optimiser les interactions entre constituants,
- maîtriser la rhéologie et la texturation des pâtes obtenues, et de ce fait contrôler la mise en forme du matériau final,
- favoriser le développement d'une famille de matériaux de structure présentant des propriétés de caractère composite optimisées,
- caractériser les propriétés d'usage de ces matériaux, en particulier mécanique, leur comportement dans des conditions de vieillissement climatique accéléré et participer à la qualification de ces produits.

Des matériaux alliant les fibres végétales et le ciment, l'argile et le ciment ainsi que les fibres naturelles et la chaux sont déjà développés et commercialisés. Toutefois l'association des 3 produits argile, liant et fibre est chimiquement peu caractérisée. L'originalité de ce projet tient dans l'association d'une matrice minérale à base phyllosilicatée avec des fibres végétales. Un des défis de cette approche est la maîtrise du caractère antagoniste de ces matériaux (aspect hydrophile/hydrophobe et capteurs d'ions notamment). Ces caractères antagonistes sont principalement dus à des propriétés de surface et d'interface incompatibles. La mise en oeuvre de ce type de matériau, par pressage ou par extrusion est également problématique puisqu'elle est subordonnée à l'obtention de mélanges homogènes. Toutefois, cette association doit permettre d'élaborer des matériaux de construction pour application de structure à base d'argile sans étape de cuisson. De plus, le contrôle de l'adhérence fibre/matrice doit permettre d'optimiser les propriétés mécaniques associées à une diminution de la masse volumique du matériau. Pour mener à bien ce projet, nous avons associé des partenaires académiques ayant des compétences complémentaires : deux laboratoires spécialistes de la chimie des polysaccharides et de la caractérisation structurale des fibres cellulosiques, un laboratoire

travaillant sur la préparation et la caractérisation de matériaux minéraux à base d'argile ou de liant ainsi qu'une équipe maîtrisant les modifications physiques des fibres végétales. Notre projet rassemble également des partenaires industriels en amont de la recherche proposée. Il s'agit d'une entreprise participant à la mise au point de liants et enduits à base de chaux et d'un fabricant de matériaux de construction à base d'argile.

Partenaires

GEMH
Université de Limoges
CERMAV
Ecole des Mines de Saint Etienne - ARMINES Centre SPIN
Balthazard et Cotte Bâtiment
TERREAL

Coordinateur

Claire Peyratout – GEMH
claire.peyratout@unilim.fr

Aide de l'ANR

415 382 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-021

Label pôle

Nom du pôle (ou des pôles) ayant labellisé le projet (le cas échéant)

Titre du projet

4 CELESTE : Condensateurs Céramiques à Capacité Colossale pour l'Electronique des Systèmes Embarqués

Résumé

Les dispositifs de l'Electronique de Puissance embarqués permettent de transformer et de gérer l'énergie électrique avec souplesse et efficacité. Ils doivent répondre à des besoins croissants pour des applications allant de quelques Watts (alimentations pour systèmes nomades, domotique, automobile,...) à des dizaines de MW (industrie lourde, propulsion maritime, etc). Le projet 4CELESTE vise plus spécifiquement la réalisation de dispositifs de stockage à l'aide de capacités colossales à base de céramiques servant d'assistance énergétique et utilisables par exemple dans le domaine des transports hybrides (diesel-électrique), notamment ferroviaires. 4CELESTE s'appuie sur un procédé de prototypage multimatériaux innovant, dérivé des techniques d'impression jet d'encre, pour la mise en forme en une seule étape d'un réseau de condensateurs élémentaires discrets, agencés selon des architectures 3D ultra-compactes intégrant la connectique, éliminant ainsi les phases de report et d'assemblage des composants discrets. 4CELESTE inclue 6 partenaires divisés en 3 entités aux compétences complémentaires interagissant pour mener une recherche intégrée très orientée vers l'application. Chaque entité associe un partenaire académique à un industriel pour tenir compte des aspects industriels à chaque étape clé du projet. Au coeur du projet se trouvent le laboratoire SPCTS (UMR 6638) et la spin-off CERADROP (lauréat du concours d'aide à la création d'entreprises innovantes du Ministère de la Recherche en 2005 et 2006) qui en est issue. Cette entité est en charge de la formulation des suspensions colloïdales (ou encres) spécifiques au procédé de prototypage choisi, puis de la mise en forme des dispositifs. Le laboratoire CIRIMAT (UMR 5085) associé à la PME MARION TECHNOLOGIES, a pour mission de synthétiser des matériaux diélectriques pulvérulents adaptés (morphologie, taille, surface spécifique...). Sur la base des compétences développées dans le cadre de la Plateforme Nationale de Frittage Flash, le CIRIMAT est également responsable de la consolidation des dispositifs fournis conjointement par le SPCTS et CERADROP. Enfin, l'entité regroupant le laboratoire LAPLACE (UMR 5213) et l'un des leaders mondiaux des infrastructures d'énergie et de transport, ALSTOM (représenté par son laboratoire commun avec le CNRS, PEARL), constitue le donneur d'ordres. Cette entité fixe, en amont, le cahier des charges des dispositifs (architecture/fonctionnalité, dimensionnement, propriétés escomptées) en fonction de besoins industriels parfaitement

identifiés. Elle valide, en aval, les propriétés électriques des dispositifs et d'autres paramètres tels que les coûts.

Une logique environnementale s'ajoute à la visée industrielle clairement affichée de 4CELESTE. Les dispositifs doivent en effet permettre de mieux utiliser les différentes sources d'énergie disponibles dans les systèmes hybrides et, ainsi, de limiter la consommation en carburants fossiles et les rejets polluants.

Partenaires

CNRS UMR 6638
Université Paul Sabatier UMR5085
Université Paul Sabatier UMR 5213
CERADROP
SA MARION Technologies
ALSTOM TRANSPORT SA

Coordinateur

Fabrice Rossignol – CNRS UMR 6638
f_rossignol@ensci.fr

Aide de l'ANR

701 940 €

Début et durée

Mars 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-004

Label pôle

CERAMIQUE

Titre du projet

AMELHYFLAM : Amélioration des procédés électrolytiques de production d'hydrogène, de fluor et d'aluminium par modélisation des phénomènes diphasiques et électrochimiques couplés

Résumé

Le but de ce projet est d'améliorer les électrolyseurs industriels de production de fluor, d'une part, et d'aluminium, d'autre part, afin de diminuer le coût de production et par ailleurs de contribuer à la mise au point d'un électrolyseur économique de production d'hydrogène selon le procédé Westinghouse (couplage d'une décomposition thermochimique de l'acide sulfurique à l'électrolyse du système redox $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{SO}_4$). Le fluor est essentiel pour la fabrication du combustible nucléaire. De plus, l'abaissement du prix du fluor favorisera son essor dans d'autres secteurs industriels (microélectronique, catalyseurs, etc.). L'aluminium brut est employé pour la production des alliages pour de nombreuses industries (construction, emballage, aéronautique, etc.). Enfin, l'hydrogène est un vecteur énergétique du futur (pile à combustible, etc.). Dans ces électrolyseurs, des bulles sont libérées à l'anode et / ou à la cathode. En raison des interactions entre le bain et les électrodes, les bulles ont un comportement très particulier et masquent la surface de l'électrode, voire du séparateur des compartiments anodique et cathodique, et modifient la densité de courant locale. Elles produisent une surtension significative qui représente une partie non négligeable de l'énergie électrique consommée dans l'électrolyseur. De plus, elles ont un rôle essentiel pour l'hydrodynamique de la cuve car elles homogénéisent la température dans l'électrolyseur et contribuent à la dégradation du rendement Faraday par recombinaison des gaz produits des cellules sans séparateur. La compréhension du comportement de ces bulles est donc essentielle. Les électrolyseurs de production d'aluminium ont des anodes consommables car elles s'érodent avec le temps. Cette érosion est couplée fortement à la densité de courant en frontière et donc à la production et au transport des bulles. Un axe essentiel d'amélioration des performances des électrolyseurs biphasiques est d'étudier le comportement des bulles électrogénérées : genèse, impulsion au détachement et éventuelle coalescence. Plusieurs disciplines seront mises à profit pour cette étude et le travail se fera en interaction entre expérimentations (notamment écoute de la signature acoustique des bulles) et modélisations. Ce modèle physique sera implanté dans un outil numérique capable de résoudre simultanément l'hydrodynamique diphasique,

l'électrocinétique et la thermique tout en prenant en compte une éventuelle consommation des électrodes. L'outil numérique sera construit en collaboration avec deux développeurs de logiciels : un qui commercialise un code pertinent en mécanique des écoulements diphasiques et l'autre dont le logiciel est bien adapté à la résolution des phénomènes électrochimiques (surtensions, etc.). Cette démarche, nouvelle et originale permettra de faire des progrès en génie électrochimique industriel dans tous les domaines où les bulles sont électrogénérées.

Partenaires

RIO TINTO ALCAN
Euro Physical Acoustics SA Dunegan
Astek
FLUIDYN France
CEA
INPG
CNRS UMR 7575
Université de Bretagne Sud
Ecole centrale des Arts et Manufactures

Coordinateur

Hervé Roustan – RIO TINTO ALCAN
herve.roustan@riotinto.com

Aide de l'ANR

998 399 €

Début et durée

Janvier 2008 - 48 mois

Référence

ANR-07-MAPR-022

Label pôle

AXELERA, TRIMATEC, TEnRRDIS, SYSTEM@TIC Paris région

Résumé

De plus en plus d'entreprises s'intéressent à l'évaluation de la **fiabilité des structures** qu'elles conçoivent et dimensionnent. Quelle est la probabilité de défaillance des structures dimensionnées ? Quelle est la **marge de sécurité** associée ? Comment **dimensionner au plus juste** sans pénaliser la fiabilité de la structure ? Quelles sont les variables d'intérêt dont les fluctuations ont des conséquences très importantes sur la fiabilité de la structure ? Beaucoup de questions soulevant le problème de la **robustesse de la conception** sont aujourd'hui posées. Des éléments de réponse à ces questions peuvent être apportés grâce aux **approches probabilistes** dont les développements scientifiques en amont pénètrent petit à petit la recherche industrielle. Traditionnellement, la justification des dimensionnements s'appuie sur un ensemble de connaissances issues de la science et de l'expérience. Cet ensemble est codifié dans des méthodes et des règles faisant intervenir une définition des variables de conception ; un modèle de connaissance du processus physique et, en général, des marges estimées entre le besoin et la ressource. Si cet ensemble de connaissances conduit à des solutions très généralement satisfaisantes, il ne permet pas au concepteur de disposer d'une mesure chiffrée de la défaillance et encore moins des facteurs d'importance qui lui permettrait d'améliorer sa conception et de mieux maîtriser la prise de risque en cas d'échec. Le projet APPRoFi est basé sur l'application des méthodes probabilistes dans le contexte particulier des structures mécaniques dont la défaillance peut se produire en **fatigue** (80% des structures mécaniques actuellement en service) et se propose de fournir aux industriels une démarche globale de conception, seule à même de permettre **l'optimisation des performances techniques et économiques des matériaux et des composants mécaniques**. Les objectifs du projet APPRoFi sont, d'une part d'apporter des réponses aux questions posées ci-dessus, d'autre part, beaucoup plus largement, de construire une réflexion sur les **méthodologies de conception mécanique** pour les structures sollicitées en fatigue. Pour arriver à cet objectif, la méthodologie générale a été divisée en six sous projets s'articulant autour des mêmes objectifs : proposer et mettre en oeuvre une méthodologie afin de maîtriser la fiabilité des structures mécaniques sollicitées en fatigue. Le **caractère opérationnel** des méthodologies proposées sera primordial pour être transférable en bureaux d'études afin d'évaluer rapidement et simplement la robustesse et la fiabilité des

structures dimensionnées. Le projet APPRoFi constituera alors une véritable **rupture culturelle** pour le milieu industriel peu familier aujourd'hui avec ce type d'approche.

Partenaires

CETIM
ENS Cachan
SNECMA
PHIMECA
IFMA
UTC
MODARTT

Coordinateur

Mansour AFZALI – CETIM
Mansour.afzali@cetim.fr

Aide de l'ANR

854 300 €

Début et durée

Juillet 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-005

Label pôle

Titre du projet

AXTREM : Aciers ferritiques / martensitiques renforcés par nanoparticules pour application à haute température en conditions extrêmes

Résumé

Pour répondre au besoin de matériaux à très hautes performances et à coûts acceptables pour différentes applications (échangeurs haute température, turbines terrestres, assemblages combustibles nucléaires, ...), les sociétés NITRUID, SOTEP, EDF et AREVA ; le CEA, le GPM et le LLB s'associent pour concevoir et montrer la faisabilité d'une nouvelle classe d'aciers inoxydables utilisables à haute température (jusqu'à 1100°C) en conditions extrêmes. Le mode d'élaboration de ces nouveaux alliages est le fruit d'une démarche originale et novatrice qui marque un saut technologique dans la fabrication des matériaux nano-renforcés. Ces matériaux, seront des concurrents directs des ODS (Oxide Dispersion Strengthened). Ils seront élaborés par métallurgie des poudres sans passer par l'étape coûteuse et délicate de la mécano-synthèse. Dans le cadre d'une approche multi-échelles, de la caractérisation mécanique et microstructurale à l'échelle atomique à la modélisation du comportement en fluage, le projet a pour ambition de comprendre l'origine des propriétés remarquables des matériaux nano-renforcés. L'objectif final est de montrer la faisabilité de nuances d'aciers à très hautes performances qui seront industrialisables rapidement et qui présenteront des distributions contrôlées de nano-renforts. Les technologies et les modélisations mises en oeuvre pour ce projet seront transférables à d'autres familles d'alliages. Alors que la concurrence avec les industriels américains et japonais bat son plein, il est primordial que l'Europe conserve son dynamisme technologique sur les matériaux innovants. Le développement de nouvelles nuances en partenariat avec le leader européen dans la nitruration participe à cette stratégie. Avec des nouvelles nuances moins coûteuses d'un facteur deux par rapport aux ODS, une fabricabilité et des propriétés améliorées, de nouveaux marchés à plus grande échelle pourront être approvisionnés. On peut citer par exemple des échangeurs thermiques haute température, des disques voire des aubes, de la boulonnerie dans les centrales thermiques à haut rendement, des pièces de pots catalytiques ou des assemblages combustibles pour des réacteurs nucléaires de quatrième génération. Ce projet permettra à la Société NITRUID de conforter son avance technologique et d'anticiper sur l'émergence de nouveaux matériaux à très forte valeur ajoutée. Ces matériaux permettront à

l'industrie nucléaire française de se positionner sur le futur marché des assemblages combustibles pour Réacteurs à Neutrons Rapides et constitueront une avancée vers la définition de matériaux encore plus performants et moins chers pour l'industrie aéronautique ou celle des centrales thermiques de nouvelle génération. Ce projet participe directement à l'amélioration des rendements des machines thermiques et à la lutte contre l'émission de polluants en développant des matériaux utilisables à haute température, avec des durées de vie améliorées et un contenu énergétique moindre.

Partenaires

CEA
BODYCOTE-NITRUID
SOTEP
EDF
AREVA
CNRS UMR12
CEA

Coordinateur

Yann de Carlan – CEA
yann.decarlan@cea.fr

Aide de l'ANR

782 227 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-006

Label pôle

Titre du projet

CATSIZE : Développement, application et validation d'une approche Multi échelles incluant les effets de longueurs internes

Résumé

Tant d'un point de vue industriel que scientifique, il existe un réel besoin de fournir des outils de modélisation nécessaires à la la prédiction du comportement mécanique des alliages métalliques à partir des paramètres microstructuraux (fraction volumique, taille absolue des différents constituants, orientations cristallographiques etc). Les enjeux du projet en termes d'applications sont chez ARCELOR l'optimisation des microstructures d'aciers et le développement de nouvelles microstructures aptes à répondre aux propriétés fonctionnelles souhaitées (aciers à tailles de grains fines et aciers à tailles de seconde phase optimales) et chez EDF l'étude par une approche micromécanique du comportement et de la rupture des aciers de cuve (dans la continuité du projet européen PERFECT). Les difficultés proviennent du fait que la résolution des objectifs énoncés est résolument multi-échelle. Jusqu'à aujourd'hui, on répertorie différentes approches de modélisation théorique et numérique candidates pour aborder ce problème en trois familles principales (Dynamique discrète des dislocations, Milieux Continus Généralisés, Transition d'échelle micro-macro). Actuellement, aucune approche seule et isolée ne permet de répondre à ce cahier des charges. C'est pourquoi le projet exige la collaboration concertées de différents acteurs qui développent et portent chacune de ces grandes familles de modélisations. Ainsi, il apparaît aujourd'hui pertinent scientifiquement et utile du point de vue industriel de proposer une nouvelle approche dont l'objectif est d'optimiser la finesse des prédictions (effet de taille) et une manipulabilité opérationnelle permettant son application jusqu'aux cas complexes industriels. Dans ce cadre, le LPMM et ARCELOR ont récemment initié une première approche adaptée à l'objectif énoncé et répondant aux besoins recensés des différents partenaires industriels du projet (ARCELOR et EDF). Cette approche repose sur une méthode originale d'introduction de dislocations géométriquement nécessaires (présentes dans un voisinage du joint de grain défini par une longueur interne « physique » où apparaît de forts gradients de déformation). Les premiers résultats traduisent un effet de taille de grains. Cette première approche repose sur l'hypothèse de champs moyens mais contenant une longueur caractéristique. Cette approche sera baptisée dans ce projet: *Approche à Champs Moyens à Longueur(s) Interne(s) (ACMLI)*. Bien que très prometteuse, cette modélisation émergente nécessite une phase de validation de ses hypothèses et de ses prévisions. Il apparaît alors judicieux d'utiliser en parallèle les

approches plus fines mais plus lourdes comme la DDD développé au SIMAP et les Milieux Continus Généralisés mise en oeuvre aux Mines de Paris pour une validation comparative afin de s'assurer de la pertinence des hypothèses et des sorties aux différentes échelles.

Partenaires

ARCELOR RESEARCH SA
EDF Clamart
INPG
ARMINES
CNRS UMR 7554

Coordinateur

Olivier Bouaziz – ARCELOR
olivier.bouaziz@arcelor.com

Aide de l'ANR

421 472 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-023

Label pôle

Titre du projet

COCTAIL : Couches minces Colorées : de la Théorie aux Applications Industrielles à Large diffusion

Résumé

La recherche de nouvelles couleurs dans la masse de matériaux inorganiques constitue un problème récurrent dans de nombreux secteurs industriels. Le projet COCTAIL vise à proposer des solutions technologiques et scientifiques innovantes pour élargir l'offre de couleurs actuellement disponibles sur le marché des revêtements à hautes résistances mécaniques. L'originalité de ce projet réside dans l'approche pluridisciplinaire qu'il propose pour **Concevoir, Valider** et **Industrialiser** une nouvelle gamme de revêtements durs et colorés. Il propose une approche en rupture totale avec toutes les autres études déjà menées auparavant. Le projet COCTAIL s'articule en 5 sous-projets (SP) visant à optimiser l'ensemble des étapes nécessaires à son aboutissement final. Il débute par une étude théorique *ab initio* de l'influence de l'élément dopant sur les propriétés optiques de nitrures métalliques (TiN, CrN, ZrN et NbN), couplée à une validation expérimentale simultanée. Le choix des dopants sera dicté par leur appartenance à différents groupes de la classification périodique, dans le but d'établir des corrélations directes entre nature chimique / taux du dopage et variations des couleurs induites (SP1). Les structures, compositions, propriétés mécaniques et optiques des revêtements élaborés par pulvérisation magnétron seront déterminées dans le deuxième sous-projet où les partenaires mutualiseront leurs techniques de caractérisation (SP2). Les revêtements présentant les couleurs les plus marquées, associées à des propriétés mécaniques et tribologiques satisfaisantes, seront élaborés dans un troisième sous-projet à l'échelle pilote sur des pièces industrielles : forets de perçage et bijoux (SP3). Les propriétés fonctionnelles de ces revêtements colorés seront ensuite testées par les partenaires privés afin de sélectionner les revêtements présentant les plus grandes aptitudes au transfert industriel. La définition des bases de ce transfert fera l'objet d'un sous-projet à part entière (SP4). Enfin, le dernier sous-projet vise à manager le programme d'études et à disséminer les résultats les plus fondamentaux et les plus appliqués (SP5). Les secteurs d'applications visés dans COCTAIL correspondent à la bijouterie et à l'outillage grand public. L'intérêt de l'apport de nouvelles couleurs dans la bijouterie est évident. Pour ce qui concerne l'outillage, le développement de nouvelles couleurs associées à un bon comportement tribologique permettra de proposer au consommateur, en plus de l'aspect esthétique, la notion de traçabilité. La création d'un code couleur permettra de

reconnaître aisément la nature du matériau à percer en fonction de la couleur du foret, et de limiter ainsi le risque d'accidents domestiques. Le projet COCTAIL est donc orienté volontairement et résolument vers des applications grand public.

Partenaires

CNRS UMR 7198
CNRS UMR5253
Université de Technologie de Belfort Montbeliard
TIVOLY
PVDco

Coordinateur

Jean François Pierson – CNRS UMR 7198
jean-francois.pierson@ijl.nancy-universite.fr

Aide de l'ANR

929 418 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-007

Label pôle

MIPI (matériaux innovants et produits intelligents)

Titre du projet

CONTROLTHERM Contrôle Thermique en Usinage des Matériaux en Conditions Extrêmes

Résumé

Ce projet a pour objectif de développer un nouveau dispositif de mesure et du suivi de la température dans des outils lors de l'usinage en conditions sévères de matériaux à forte valeur ajoutée. Il sera notamment question de réaliser un transfert de technologie entre les laboratoires universitaires impliqués dans ce projet et la société ACTARUS [part. 2] concernée par ce domaine d'activité. Ce transfert sera directement appliqué à de l'usinage de pièces composites fabriquées par la société SLCA [part. 3]. Le comportement mécanique des matériaux vis-à-vis des sollicitations auxquels ils sont soumis lors de leur utilisation dépend en grande partie des choix adoptés lors de leur mise en oeuvre. Des solutions technologiques existent pour minimiser les contraintes thermomécaniques lors de la mise en forme par enlèvement de matière et donc préserver l'intégrité du matériau usiné. En effet, les procédés d'usinage très grande vitesse (UTGV), les revêtements d'outil et la micro lubrification sont autant de solutions qui permettent de minimiser les termes sources de chaleur relatifs aux phénomènes tribologiques au niveau des interfaces outil - matière. Néanmoins, chacune de ces solutions doit être adaptée à la configuration d'usinage rencontrée (couple outil - matière) et elles sont d'autre part difficile à mettre en oeuvre dans le cas des matériaux composites. Les codes numériques de simulation thermomécanique de la coupe développés depuis une dizaine d'années sont très performants mais ne peuvent pas être utilisés dans l'objectif de suivre et de contrôler l'usinage en temps réel. La société ACTARUS est spécialisée dans le développement et la commercialisation de technologies, de produits et de services associés pour le contrôle d'usinage en temps réel, qui met en oeuvre le système breveté de mesure en continu de la température de coupe en usinage. Elle a développé des outils équipés de capteurs thermiques qui permettent de suivre l'évolution de la température en des points très proches de la zone de coupe. Ce dispositif unique a été implanté sur différents sites industriels (CEA, MECACHROME, PSA, PCI, MONTUPET...). Pour avoir une connaissance plus précise du bilan énergétique de la coupe, le TREFLE [part. 1] et l'IMS [part. 5] développent depuis quelques années une nouvelle méthodologie qui consiste à estimer le flux de chaleur appliqué sur l'outil par méthode inverse. Cette approche nécessite d'une part la mesure de la température en un ou plusieurs points dans l'outil et d'autre part l'élaboration d'un modèle liant le flux de chaleur à la température dans l'outil. La complexité des outils utilisés de nos jours dans le secteur industriel (présence d'un revêtement, configuration

géométrique de l'outil,...) nous a conduits à établir ce modèle par identification de systèmes. Notre projet consiste tout d'abord à appliquer la méthodologie développée par le TREFLE et l'IMS aux dispositifs de suivi et de contrôle en usinage commercialisés par la société ACTARUS. Les applications concernent l'usinage de matériaux composites en conditions sévères au sein de la société SLCA. Un deuxième aspect de notre projet est de réaliser un banc de caractérisation de l'outil où l'élévation de température atteinte en pointe d'outil sera du même ordre de grandeur que celle rencontrée pendant l'usinage (quelques centaines de degrés). Pour la réalisation de ce deuxième objectif, le LNE [part. 4] mettra à disposition ses compétences dans le domaine de la métrologie des lasers de puissance.

Partenaires

CNRS UMR8508 TREFLE
ACTARUS
SLCA
LNE
Université de Bordeaux IMS

Coordinateur

Jean Luc Battaglia – CNRS UMR 8508 TREFLE
jean-luc.battaglia@bordeaux.ensam.fr

Aide de l'ANR

675 900 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-018

Label pôle

Titre du projet

CRACKS : Concerted Research for Analysis of CRACK phenomena during solidification of Steels

Résumé

Le phénomène de fissuration à chaud affecte gravement certains aciers coulés en lingots ou en continu. L'enjeu industriel est important en termes de **qualité** (opérations de scarfing, ou rebuts) et de **productivité** (la sensibilité des nuances "auto" à très haute résistance limite les vitesses de coulée de ces aciers en continu). Or la prédiction des défauts de surface et internes associés reste hors de portée, empêchant une optimisation rationnelle des procédés, et ce pour deux raisons essentielles:

- En coulée de lingots, le phénomène survient pendant le remplissage, dans une phase où aucun logiciel de simulation n'est capable de fournir un état de contraintes correct.
- Le phénomène est encore mal compris et les différents critères proposés jusqu'ici sont notoirement insuffisants.

En conséquence, on définit **quatre objectifs majeurs pour permettre la simulation complète et prédictive de ces procédés**:

1. Progresser dans la connaissance des différents phénomènes physiques mis en jeu, en s'appuyant sur la simulation numérique aux petites échelles (microstructure de solidification) de façon à préciser la nature des critères de rupture macroscopiques.
2. Mettre en place une méthodologie d'identification des paramètres rhéologiques d'aciers sélectionnés, ainsi que des paramètres des critères de rupture, en utilisant une palette étendue d'essais instrumentés.
3. Étendre les capacités de la simulation numérique en modélisant le couplage fluide-structure en condition de solidification, pour prédire un état thermomécanique pertinent pendant le remplissage des lingots ou dans les fines peaux solides en lingotière de coulée continue.
4. Développer une méthodologie d'amélioration des procédés en utilisant cette simulation numérique enrichie.

La **méthodologie** pour atteindre ces objectifs est la suivante:

A. La caractérisation de trois aciers sélectionnés fournit les données aux simulations micro et macroscopiques. Elle comporte notamment l'identification rhéologique à haute température et à l'état semi-solide au moyen d'essais de traction avec chauffage par effet Joule.

B. La simulation numérique couplée micro-macro, appliquée à l'analyse de divers essais instrumentés de rupture à chaud (solidification contrariée, sous tension additionnelle) permet d'identifier la nature et les paramètres de critères macroscopiques.

C. Ces critères sont implantés dans le logiciel THERCAST,

lui-même équipé d'un nouveau solveur permettant la résolution couplée de la mécanique des fluides (écoulement de remplissage de lingots, jet de busette en coulée continue) et de la mécanique du solide (contraintes-déformations dans les peaux solides).

D. L'application de ce nouveau solveur à des procédés industriels tests, dans le cadre d'un plan d'expérience, permet de valider les concepts à l'échelle industrielle et d'effectuer une démonstration d'amélioration de procédés.

Le consortium rassemble 3 industriels, 1 centre technique, 1 société de logiciel et 2 labos de recherche. Tous sont des acteurs majeurs dans chacune des problématiques industrielle, technique et scientifique.

Partenaires

ARMINES
ASCOMETAL CREAS
INDUSTEEL ARCELORMITTAL
ARCELOR RESEARCH
Centre Technique des Industries de la Fonderie
TRANSVALOR SA
ARTS ET METIERS PARISTECH

Coordinateur

Michel Bellet – ARMINES
michel.bellet@mines-paristech.fr

Aide de l'ANR

859 054 €

Début et durée

Janvier 2008 - 48 mois

Référence

ANR-07-MAPR-008

Label pôle

Titre du projet

GALLUMINIUM Utilisation du gallium pour un nouveau procédé d'assemblage de l'aluminium

Résumé

Le principal objectif du projet GALLUMINIUM est d'évaluer scientifiquement et technologiquement un nouveau procédé d'assemblage de l'aluminium appelé brasage diffusion au gallium. Ce projet associe un fabricant de composants pour l'aéronautique, un laboratoire de Génie des Procédés et des Matériaux et un fabricant de supercondensateurs. Le brasage de l'aluminium est aujourd'hui une opération délicate et coûteuse. Elle requiert des fours sous vide poussé ou à atmosphère contrôlée, ou alors l'utilisation de flux corrosifs à base de fluorures : ces servitudes n'évitent pas pour autant une préparation de surface très soignée et un contrôle précis de la température. Ces contraintes techniques et économiques pèsent sur un certain nombre de secteurs industriels comme celui, par exemple, de la fabrication des échangeurs thermiques. Ce domaine nécessite l'assemblage de tôles minces en alliage légers, avec des accostages précis et un passage long au four de brasage. La soudure de l'aluminium est également une opération qui peut s'avérer complexe et onéreuse lorsque l'environnement de la zone à souder ne doit pas être soumis à des températures excessives ou lorsqu'une seule des deux pièces à souder est accessible. Aux procédés classiques TIG, MIG ou par résistance, générant trop de chaleur ou nécessitant un double accès, sont généralement préférées les soudures laser ou par faisceaux d'électrons. C'est par exemple le cas dans la fabrication des supercondensateurs. Ces types de soudure imposent des équipements complexes et énergivores ainsi que des formes de pièces très maîtrisées en limitant souvent la zone soudable. Le projet Galluminium propose une technologie qui évite les inconvénients énumérés précédemment. Ce nouveau procédé de brasage-diffusion de l'aluminium est caractérisé par :

- l'utilisation de gallium en faible quantité ($< 1\text{mg.cm}^{-2}$),
- le chauffage des pièces à braser à une température inférieure à 500°C à l'air libre,
- l'absence totale de flux décapant,
- la rapidité d'exécution du brasage (quelques dizaines de secondes).

Les premiers assemblages réalisés en pré-études sont mécaniquement résistants (pas de rupture de l'assemblage). Les premiers tests de vieillissement électromécaniques réalisés sur ces assemblages sont également prometteurs (pas de rupture prématurée de la liaison). Il reste néanmoins à valider la pérennité de ces liaisons sous contraintes multiples et à développer un procédé de réalisation industrialisable. Ce projet propose donc une étude matériaux et procédés dont les principaux

objectifs sont :

- d'élaborer et de caractériser mécaniquement, thermiquement et électriquement des assemblages réalisés par le procédé de brasage-diffusion et de comparer les performances obtenues avec celles étudiées par simulations,
- de définir un procédé de mise en oeuvre innovant et propre transposable à l'échelle industrielle,
- d'étudier la faisabilité technico-économique de l'utilisation industrielle des nouveaux procédés développés.

Partenaires

LGMPA
BATSCAP
LIEBHERR-AEROSPACE TOULOUSE SAS

Coordinateur

Frédéric Christien – LGMPA
frederic.christien@polytech.univ-nantes.fr

Aide de l'ANR

424 672 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-009

Label pôle

Titre du projet

LCM3M : Procédés LCM nouveaux. Analyse multi-échelles

Résumé

La possibilité de réaliser des pièces structurales en matériaux composites est classiquement démontrée. Cependant, l'incapacité de produire efficacement des structures complexes et/ou de grandes dimensions empêche leurs utilisations plus répandues. La tendance actuelle dans l'industrie des matériaux composites hautes performances appliquée aux structures aéronautiques est de produire des pièces de dimensions de plus en plus importantes (pièces élancées ou de fortes épaisseurs), avec des géométries de plus en plus complexes afin d'intégrer plusieurs fonctionnalités à la pièce mise en oeuvre. Ce projet s'inscrit prioritairement dans la problématique de compréhension des mécanismes **multiphysiques** de mise en forme des matériaux composites appliqués aux procédés LCM « Liquid Composite Molding ».

Ce projet permettra de réaliser une **rupture « technologique »** avec le développement de trois nouveaux procédés LCM :

1. Nouveau Procédé LCM pour **matériaux 3D non périodiques**
2. Nouveau Procédé LCM pour **formes non développables**
3. Nouveau Procédé LCM pour **formes axisymétrique et matériau ablatif**

Ce projet permettra de réaliser une **rupture « scientifique »** : actuellement, aucun code numérique ne propose de relier à la fois une **modélisation multi-échelles** de ces procédés de mise en forme LCM et une prise en compte des couplages fluide / solide déformable et apparition de micro et macro vides. L'apport majeur de cet outil innovant concerne l'analyse de milieux hétérogènes non périodiques du fait de l'apparition de matériaux 3D sur mesure et l'analyse fine des défauts inhérents au procédé et aux nouveaux renforts employés. De plus, l'emploi de nouvelle résine thermoplastique sera pris en compte. Enfin, les retombées envisagées s'étendront au-delà du domaine de l'aéronautique. En outre, cette approche sur la simulation numérique fine des procédés devra combler les lacunes des analyses structurales. Traditionnellement, l'élaboration et le calcul des propriétés mécaniques des structures composites sont deux domaines traités séparément, tenant à des raisons culturelles et scientifiques, bien que l'élaboration et les propriétés structurales soient dépendantes. Notre démarche créera le chaînon manquant pour une analyse multi-échelles complète du procédé à la structure : les hétérogénéités ne seront plus incluses sous forme d'hypothèses simplificatrices avant le calcul de structure, mais directement issus d'une modélisation fine du procédé de mise en forme des

composites incluant la distribution non périodique du réseau de fibres et la distribution des défauts engendrés par l'interaction matrice / fibres. Ceci permettra à terme de proposer un dimensionnement du procédé par la définition de critères santé matière et géométrique.

La complémentarité et la diversité des partenaires impliqués dans ce consortium, industriels de l'aéronautique, leaders dans leur domaine, fournisseurs de technologies, PME dans le domaine du calcul, laboratoires spécialisés constitue une garantie sérieuse à l'obtention de résultats probants sur ce programme.

Partenaires

LOMC
LAMCOS
PRISME
CEMEF
ONERA
HEXCEL REINFORCEMENT
PROTAC
TENSYL
SNECMA
EADS IW

Coordinateur

Joël Breard – LOMC
joel.breard@univ-lehavre.fr

Aide de l'ANR

978 351 €

Début et durée

Janvier 2008 - 48 mois

Référence

ANR-07-MAPR-024

Label pôle

Titre du projet**LIQUIDLENS** Microfabrication of liquid lens with aspheric polymer windows**Résumé**

Le but du programme est d'établir les briques technologiques nécessaires à l'obtention de lentilles liquides de deuxième génération basées sur le micro-usinage du silicium et l'adjonction de fenêtres asphériques en polymère. Ces composants seront un élément clef des imageurs miniatures du futur (caméras 3-5 Mpixels pour téléphones mobiles et terminaux intelligents). Varioptic a développé une première génération de lentilles liquides accordables basées sur l'électromouillage, dans laquelle on peut changer la forme d'une interface liquide-liquide par application d'une tension électrique de l'ordre de 60V. L'interface liquide-liquide « glisse » sur une surface conique dont dépend fortement la qualité optique de la lentille finale. Cependant le développement de lentilles de deuxième génération nécessite d'améliorer la surface de support des liquides, en utilisant du silicium micro-usiné par attaque chimique en phase liquide. Ceci permettra d'obtenir une meilleure qualité optique (on vise de diviser par 3 les erreurs de front d'onde) et une plus basse tension de commande (20V visé). De plus la nouvelle structure doit intégrer des fenêtres asphériques pour s'intégrer au mieux dans les caméras du futur. Varioptic a effectué un effort de recherche important ces dernières années, et il a été démontré que les polymères courants (polycarbonate) sont trop perméables aux liquides. Le programme contient donc une recherche amont sur le moulage de fenêtres asphériques de haute qualité optique (90 nm précision de forme) en polyoléfines qui sont réputées avoir une bien meilleure tenue aux liquides, et développement de couches barrières sur la face intérieure de ces fenêtres, face qui est exposée aux liquides. Ces couches barrières seront déposées par voie physique en phase vapeur (PVD) et fonctionnalisées par dépôt par voie chimique assistés plasma (PECVD), et nécessitent un excellent contrôle de leur perméabilité ainsi que de leur polarité de surface. Pour les deux fenêtres de la cellule il sera nécessaire de pousser la recherche de couches très hydrophiles et très imperméables à l'eau d'une part, et très hydrophobes et imperméables à l'huile d'autre part. Des étapes intermédiaires sont prévues dans le projet, avec la mise au point des différentes briques séparément, avant intégration de l'ensemble dans un démonstrateur.

Partenaires

VARIOPTIC
CTMN
SAVIMEX SAS
CEA Grenoble

Coordinateur Bruno Berge – VARIOPTIC
bruno.berge@varioptic.com

Aide de l'ANR 442 343 €

Début et durée Janvier 2008 - 36 mois

Référence ANR-07-MAPR-025

Label pôle

Titre du projet**MECAFIBRES : Caractérisation et modélisation multiéchelles du comportement mécanique de milieux fibreux****Résumé**

Le comportement mécanique de milieux fibreux, tissés et non-tissés, est d'un grand intérêt actuellement, compte tenu de leur utilisation croissante dans des contextes divers, où ils présentent des caractéristiques spécifiques intéressantes : gain de poids, gain de temps machine très important pour des grandes productions, de temps main d'oeuvre, mais aussi de matière et d'énergie, meilleure répartition des efforts, mobilité importante du tissu sec, performances mécaniques accrues, bonne stabilité chimique, résistance à la corrosion. Ces avantages justifient l'emploi de textiles pour la réalisation de produits à forte composante technologique et à forte valeur ajoutée : géotextiles (fonctions mécaniques et hydrologiques), habillement, construction mécanique et notamment l'industrie aéronautique, secteur dans lequel on assiste à une forte augmentation des composites à renforts fibreux (multiplis à renforts en fibres de carbone utilisés par SNECMA ; NCF Non Crimped Fabric largement utilisés en aéronautique). Grâce au développement récent des techniques de simulation et des capacités de calcul, il devient possible d'aborder par la simulation le comportement mécanique de milieux fibreux au niveau des interactions entre fibres, ce qui ouvre des voies nouvelles pour l'exploration et la compréhension des phénomènes se produisant à ce niveau, et surtout pour élaborer et identifier des modèles aux échelles intermédiaires, indispensables pour une prédiction du comportement macroscopique. En dépit de nombreuses tentatives de modélisation du comportement effectif, il n'y a actuellement pas encore d'approche reconnue capable d'appréhender les aspects les plus importants de la déformation des structures fiberuses, et de prédire de façon efficace simultanément la réponse macroscopique de la structure et celle des fibres ou des fils aux plus petites échelles. L'objectif principal de ce projet est de construire une boîte à outil logiciel des modèles de comportement mécanique multiéchelles de milieux fibreux secs, à disposition des partenaires industriels. Ces modèles prendront en compte des informations fines liées aux constituants élémentaires (fils ou fibres) et à leurs interactions mutuelles (contact, frottement, dégradation, rupture), qui auront été caractérisées par des essais et la mise en oeuvre de techniques appropriées. Outre le raffinement des modèles aux différentes échelles, l'enjeu essentiel se situe au niveau de l'interface et du dialogue entre ces différents modèles. Un des verrous scientifiques identifiés dans la transition d'échelles est la prise en compte des aspects statistiques inhérents aux milieux fibreux

étudiés. L'identification des principaux phénomènes représentatifs, la recherche de variables pertinentes pour les représenter, sont des questions centrales et ouvertes, qui se posent précisément au niveau des interfaces entre les échelles. L'élaboration de modèles prédictifs permettra de prévoir l'impact des paramètres des produits élaborés sur les fonctionnalités multiphysiques recherchées, et d'optimiser les critères de choix des textiles.

Partenaires

LEMTA
Université Henri Poincare
MSSMAT
LAMCOS
Université de Haute Alsace
SNECMA
Ste HENRI BASTIEN

Coordinateur

Jean François Ganghoffer – LEMTA
jean-francois.Ganghoffer@ensem.inpl-nancy.fr

Aide de l'ANR

857 807 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-010

Label pôle

Fibres naturelles Grand Est, TECHTERA

Titre du projet

MERETHIF : Mechanical Reliability of Thin Films

Résumé

Les produits verriers à haute valeur ajoutée, tels que les **vitrages à contrôle thermique, les panneaux de verre pour écrans plats, lampes planes ou cellules photovoltaïques**, qui sont les moteurs du marché, sont fonctionnalisés par des revêtements en couches minces. Ces **multicouches fonctionnelles complexes** doivent par ailleurs pouvoir supporter de fortes sollicitations mécaniques localisées lors de leur transformation ou de leur utilisation et sont donc sujets à détérioration par délaminage ou rayure. Les matériaux employés – fortement dépendants de la finalité optique et des procédés de dépôt – sont sujets à l'établissement de contraintes mécaniques résiduelles. De même, certaines interfaces donnent lieu au sein des empilements à des adhésions faibles. Ces deux phénomènes concourent à menacer la stabilité mécanique de ces multicouches et **la conception de vitrages innovants est donc limitée par la résistance mécanique des revêtements**. Contraintes résiduelles et adhésion sont fortement dépendantes, d'une manière complexe, des paramètres de dépôt et de traitement thermique. En effet, les méthodes mises en œuvre industriellement pour le dépôt de films produisent des matériaux et des interfaces de structure éloignée de leur état d'équilibre. Le but de ce projet est d'aboutir à une **maîtrise de la résistance mécanique de multicouches** optiques fonctionnalisantes par la mesure et la compréhension, en termes de paramètres de dépôt et de traitement thermique:

- de l'établissement de **contraintes résiduelles** dont la présence conduit à l'aggravation du risque de rayure et délaminage ;
- de la **physico-chimie des interfaces** qui contrôle l'adhésion des couches.

Dans d'autres domaines (micro-électronique), des outils expérimentaux se développent actuellement pour comprendre la micro-mécanique de systèmes à couches. De même, en science des surfaces, de nouvelles techniques permettant de comprendre la chimie et la structure des interfaces conduisent à une compréhension accrue des phénomènes interfaciaux et en particulier de l'adhésion. L'ambition de ce projet est de mettre à profit, dans le domaine spécifique des multicouches fonctionnelles déposées sur verre, le développement de ces savoir-faire afin de **proposer des méthodes, une compréhension et des matériaux nouveaux**. La **validation opérationnelle des résultats et le transfert des savoir-faire** seront assurés par un programme applicatif (« end user program ») qui permettra d'établir la pertinence technologique des

phénomènes clés identifiés pour la résistance mécanique de couches minces et qui facilitera la mise en oeuvre par la R&D des méthodes développées au cours du projet.

L'ensemble des résultats du projet constitueront une méthodologie nouvelle pour l'intégration de la résistance mécanique dans la conception des prochaines multicouches fonctionnalisantes pour les produits verriers ainsi que pour le suivi de leur élaboration et de leur qualité.

Partenaires

SVI CNRS/Saint-Gobain UMR125
Institut P' Université de Poitiers/CNRS
INSP CNRS/Université Paris 6 UMR7588
LPS CNRS/Université Paris Sud UMR8502
Saint Gobain Recherche

Coordinateur

Etienne Barthel – Saint Gobain
etienne.barthel@saint-gobain.com

Aide de l'ANR

756 904 €

Début et durée

Mars 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-011

Label pôle

Titre du projet**MICROCONNECT** : Nouveau procédé de micro-injection de polymères et cristaux liquides polymères**Résumé**

La micro-injection des polymères est une technologie qui se développe pour répondre au besoin de miniaturisation (connectique, médical, optique, micro systèmes mécaniques). La taille des pièces a un volume qui peut descendre à 1 mm³. Les épaisseurs de cavité sont inférieures à 0,1 mm. Des microdétails peuvent être de l'ordre du micron. Les presses à injecter ne répondent qu'imparfaitement à la demande : elles sont soit basées sur une architecture classique, avec des temps de séjour du polymère en température préjudiciables au matériau, soit très complexes et coûteuses, et donc difficilement amortissables.

Un des volets importants du projet Microconnect est la réalisation d'une machine basée sur un concept novateur de plastification. Celui-ci a été conçu et calibré par des calculs effectués par les trois partenaires. Un prototype a été réalisé. Une grande précision dans le contrôle des pression, débit, volume dosé a été obtenue grâce à des vérins électriques. Le volume de matière mis en température est très faible.

Nous avons réalisé deux moules se caractérisant par une faible épaisseur d'écoulement, jusqu'à 0,2 mm. L'outillage a été parfaitement instrumenté en capteurs de pression, de température, d'intensité lumineuse transmise, pour suivre la progression de la matière, la pression, les transferts thermiques et la solidification. Des campagnes d'acquisition de données avec différents paramètres d'injection ont été réalisées avec un polyéthylène haute densité, un PMMA et un polyamide.

Les deux autres volets du projet concernent le comportement du matériau. Le polymère est sollicité pendant sa mise en forme à de forts taux de cisaillement, et il est soumis à un refroidissement rapide. Le comportement en écoulement des polymères dans ces conditions est mal connu : rhéologie à forte vitesse, condition de contact polymère - moule. Nous menons une étude rhéologique expérimentale, interprétée par le calcul, pour déterminer la physique correcte. Les microstructures des polymères semi-cristallins générées après refroidissement sont mesurées par DSC, diffraction des rayons X aux grands et petits angles. La simulation numérique de l'injection permet de préciser les modèles physiques à incorporer dans les logiciels de micro-injection.

Partenaires

CEMEF
GETELEC
ENSAM

Coordinateur Jean François Agassant – CEMEF
jean-francois.agassant@ensmp.fr

Aide de l'ANR 735 571 €

Début et durée Janvier 2008 - 46 mois

Référence ANR-07-MAPR-012

Label pôle

Titre du projet**NAFEL : Nanofilled Fluoropolymers for Enhanced Life****Résumé**

Le projet NaFEL (Nanofilled Fluoropolymers for Enhanced Life) associe dans un partenariat resserré, deux laboratoires de recherche académique respectivement experts dans l'architecture macromoléculaire des fluoropolymères et l'élaboration/caractérisation des matériaux nanochargés, un grand groupe industriel leader mondial sur le marché visé (les revêtements anti-adhésifs hautes températures) et une start-up technologique spécialisée dans le développement et la production de polymères innovants (polymères de spécialité). Ce projet se propose d'étudier des matériaux fluoropolymères nanocomposites innovants aptes à résister aux agressions mécaniques et thermiques extrêmes auxquelles ils sont soumis lors de leur utilisation. Il est connu qu'une dispersion homogène de nanocharges inorganiques dans les matériaux polymères leur confère une résistance mécanique renforcée. Notre ambition au cours de ce projet va au-delà. Elle ambitionne d'insérer des nanocharges au sein même de la structure du fluoropolymère, insertion suffisamment intime pour générer de nouvelles liaisons chimiques fortes et procurer ainsi au nouveau matériau composite non seulement une meilleure résistance mécanique mais aussi une élévation sensible de sa température limite maximale d'utilisation. La principale difficulté à surmonter provient de la grande inertie chimique du polytétrafluoroéthylène (PTFE). Cette propriété justifie son utilisation dans la fabrication des revêtements en question, appréciés pour leurs propriétés anti-adhésives et de tenue thermique, mais elle le rend inapte à créer des liaisons chimiques, notamment avec des nanocharges inorganiques. Nous concentrerons nos efforts sur les meilleurs moyens d'accrocher des groupements polymères fluorés sur les nanoparticules (la modification en milieu supercritique sera explorée) et sur la dispersion de ces nanocharges enrobées dans le polytétrafluoroéthylène afin que lors de la phase de frittage, des liaisons chimiques puissent se créer et donner une rigidité fortement améliorée à la structure composite. Dans une autre voie plus particulièrement approfondie mais aussi plus complexe, nous chercherons à intégrer directement la nanoparticule fonctionnalisée au sein même de chaînes polymères fluorées. Outre les bénéfices directs et concrets que TEFAL et Specific Polymers pourront en retirer sur leurs activités, le succès du projet "NaFEL" ouvrira la porte à de nombreuses applications scientifiques en vue de la conception de nouvelles architectures moléculaires intégrant des nanocharges au sein de réseaux polymères fluorés et leur conférant ainsi les propriétés de renfort associées. Sur le plan technologique, en considérant que la

limite d'utilisation des polymères dans de nombreux domaines est très souvent d'origine thermique, le bénéfice issu de la mise au point de polymères nanocomposites possédant des résistances mécaniques renforcées et des températures maximales d'utilisation plus élevées, est extrêmement vaste et stimulant.

Partenaires

TEFAL
SPECIFIC POLYMERS
LCM
IMP

Coordinateur

Jean Luc Perillon – TEFAL
jlperillon@tefal.fr

Aide de l'ANR

788 055 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-013

Label pôle

AXELERA

Titre du projet

OPT-HIP : Céramiques innovantes pour une chirurgie orthopédique plus performante et moins invasive

Résumé

Notre projet vise à développer de nouveaux implants orthopédiques à base de céramiques, avec une durée de vie significativement plus longue que les implants actuels, et rendant possible une chirurgie moins invasive. Ces implants devront être plus fiables, plus durables et plus performants, ce qui passe par l'adoption de nouveaux matériaux et de nouveaux concepts (notamment prothèses de genoux céramique unicondylaires, têtes de prothèses de hanches de 22,22 mm, et re-surfage de la tête du fémur – jamais encore réalisés en céramiques – ou encore une évolution du concept de double mobilité).

Pour atteindre ce but nous allons utiliser trois approches simultanées.

1- Développement de nouveaux matériaux et de nouveaux implants. Ces matériaux seront à base d'alumine et de zircon, déjà acceptés en orthopédie. L'innovation viendra principalement de la microstructure des matériaux : l'utilisation de moyens de frittage rapide (SPS) rendra possible l'obtention de monolithes ou de composites nanométriques, micrométriques, ou d'un mélange des deux (composites alumine-zircon micro-nano). Le développement de nouveaux matériaux céramiques plus résistants permettra de proposer de nouveaux implants avec des dimensions plus faibles, donc moins invasifs.

2- Développement d'outils de caractérisation. Les outils existants ne rendant pas suffisamment compte de l'environnement global *in-vivo*, nous allons développer de nouveaux outils permettant de combiner chocs, usure et vieillissement physique du matériau pour simuler au mieux les conditions régnant lors de la marche. De plus, nous attacherons une importance spéciale à la caractérisation biologique des nouveaux matériaux, par l'étude de leur influence sur les ostéoclastes (ce qui n'a jamais été entrepris), responsables directs de l'ostéolyse autour des implants actuels.

3- Développement d'outils de modélisation. Si les contraintes mécaniques sont assez bien connues dans les implants, il reste à réaliser un travail important sur l'influence de l'environnement. Nous allons donc mettre en place une modélisation multi-échelle du comportement des implants, depuis la corrosion du matériau par les molécules d'eau jusqu'aux contraintes macroscopiques engendrées par le frottement et les chocs, en passant par les effets de la microstructure.

Les retombées socio-économiques de notre projet sont importantes : en raison du vieillissement des populations européennes et américaines et de la volonté d'un confort

accru, le nombre de pose de prothèses orthopédiques est en constante augmentation. En Europe, environ 1.300.000 patients sont concernés annuellement. Plus de deux milliards d'euros y sont consacrés, avec une croissance de ~4-6% annuels. La pose de prothèses orthopédiques est conduite chez des patients de plus en plus jeunes. Notre projet permettra de réduire la fréquence, le coût et la dangerosité des opérations grâce à des prothèses plus durables et moins invasives.

Partenaires

MATEIS
ARMINES
ECL - LTDS
CNRS UMR 5242
SERF
Medical Group

Coordinateur

Jérôme Chevalier - MATEIS - INSA
Jerome.chevalier@insa-lyon.fr

Aide de l'ANR

942 739 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-014

Label pôle

ViaMeca

Résumé

Les lampes d'éclairage fluorescentes trichromatiques, dites à économie d'énergie, sont des systèmes dans lesquels un plasma de mercure génère une radiation ultraviolette (UV) et excite des luminophores qui émettent dans le visible. Les luminophores les plus courants sont (Y, Eu) $2O_3$ ("YOX") pour le rouge, (La,Ce,Tb) PO_4 ("LAP") pour le vert, et (Ba,Eu) $MgAl_{10}O_{17}$ ("BAM") pour le bleu.

L'optimisation du rendement optique d'une couche de luminophore reste très empirique car le mécanisme global d'interaction des rayonnements UV avec les luminophores dépend de paramètres intrinsèques (propriétés optiques et rendement quantique dépendants de la structure) ou extrinsèques qui jouent sur la propagation de la lumière (morphologie, densification). Les phénomènes de vieillissement jouent un rôle primordial dans le rendement optique de ces luminophores. Ils sont liés aux défauts créés par l'interaction avec le plasma de mercure, les UV et l'élévation de température dans la lampe. Le but de ce projet est donc triple :

1) Optimiser la mise en forme des luminophores à partir de précurseurs industriels déjà bien identifiés (Rhodia). Ce point nécessite de contrôler à la fois la structure cristalline du luminophore mais également sa microstructure. Des traitements thermiques en présence d'un fondant minoritaire permettent d'homogénéiser la répartition de taille des poudres, d'optimiser leur état de surface et éliminer les défauts de structure. Il s'agira de comprendre le mécanisme de croissance cristalline et de modification de microstructure par des expériences (ICME, LCMCP) et des modélisations numériques (XPMC). De même, la modélisation de la propagation des rayonnements (UV, visible) dans une couche de luminophores permettra de définir des paramètres permettant d'optimiser leur morphologie (densité, taille, épaisseur) vis-à-vis de leur rendement lumineux (XPMC, Rhodia)

2) Mettre au point un système accéléré de mesure de la dégradation des luminophores permettant de simuler l'action conjuguée du flux UV, de la température, du plasma de mercure et de comparer les différents matériaux de façon standardisée (LOF, ISM).

3) Comprendre les mécanismes de dégradation des luminophores par une étude structurale des luminophores dégradés. Proposer des solutions chimiques pour stabiliser les composés vis-à-vis de la formation de défauts soit par des dopages (éléments piégeant les défauts, bloquant la mobilité ionique) soit par des solutions de type enrobages ou couches passivantes (LCMCP).

L'objectif de ce projet est de proposer une méthodologie

d'évaluation quantitative et de prévision du rendement global de luminescence d'une couche granulaire à son état initial comme au vieillissement. Les résultats de ce travail devraient permettre à Rhodia de proposer une fabrication pilote de luminophores optimisés pour des éclairages fluorescents. Mais cette méthodologie pourrait faciliter l'extrapolation à d'autres applications (lampes sans mercure, plasma display, LCD ...).

Partenaires

CNRS UMR7574
CNRS UMR7182
RHODIA
Université Sciences et Technologies Bordeaux UMR5258
Ecole Polytechnique
Université Sciences et Technologies Bordeaux UMR5255

Coordinateur

Gilles Wallez – CNRS UMR 7574
gw@ccr.jussieu.fr

Aide de l'ANR

860 202 €

Début et durée

Mois 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-026

Label pôle

Titre du projet

OPTIMPAD Amélioration / Optimisation du procédé d'élaboration d'une masse poreuse céramique pour bouteille d'acétylène grand public

Résumé

Dans un marché de l'acétylène en évolution, Air Liquide et ses partenaires (CNRS ISTO, CTTC, Omya) apportent leur savoir-faire. **L'acétylène est un gaz combustible largement utilisé dans l'industrie et l'artisanat pour des opérations de coupage thermique et d'assemblage.** Il est conditionné dans des bouteilles en acier garnies d'une masse poreuse, renfermant un solvant dans lequel l'acétylène est dissous. **Des évolutions récentes sont apparues dans le marché et les applications de l'acétylène** (utilisation pour certaines analyses en laboratoire, ou comme précurseur en chimie fine ou en électronique). **De plus l'emploi de l'acétylène tend à se répandre dans le grand public (utilisations de loisirs et bricolage).** Ces marchés exigent à la fois des **conditionnements nouveaux (réduction de la taille des bouteilles) et plus sûrs**, ainsi que le respect de spécifications plus strictes en matière de qualité. Il existe par ailleurs un **besoin de différenciation** par rapport à des conditionnements traditionnels, souvent issus des pays d'Europe Centrale ou d'Asie, commercialisés moins chers, mais ne présentant pas toutes les garanties en matière de qualité, de sécurité, ou encore d'impact sur l'environnement (présence d'amiante dans la masse poreuse).

Air Liquide et ses partenaires ont identifié d'importantes possibilités d'amélioration portant notamment sur :

- les **caractéristiques et les performances de la masse poreuse** ;
- le **procédé de la fabrication de cette masse poreuse** ;
- **l'élimination des nuisances et la réduction des consommations d'énergie et d'eau.**

Afin de confirmer ces possibilités et de les rendre industrielles, un ensemble de travaux est nécessaire, objet de la présente demande. **Ce projet OPTIMPAD a pour objectifs principaux :**

- Aboutir à un **procédé d'élaboration de la masse poreuse novateur** basé sur la **compréhension, l'optimisation et la simplification du procédé existant**;
- Atteindre des **performances de sécurité accrues** par une qualité parfaitement reproductible **conforme avec les nouvelles exigences de sécurité** imposées par les nouveaux marchés ;
- **Accroître les performances en débit des petites bouteilles d'acétylène** actuelles en augmentant le ratio débit disponible / volume bouteille ;

- Acquérir **sur le marché européen un avantage concurrentiel décisif** grâce à ce nouveau procédé d'élaboration qui sera protégé en termes de **propriété intellectuelle et d'exploitation**.

Pour cela, **trois sous-projets R&D** sont définis :

1. Comprendre et maîtriser l'influence des propriétés des matières premières (calcaire, chaux vive, eau ...) sur le procédé d'élaboration.

2. Définir et modéliser les propriétés physico-chimiques de la matière poreuse et réaliser la corrélation avec les performances attendues des bouteilles en termes de sécurité, débit et robustesse.

3. Comprendre et optimiser les paramètres de la synthèse de la matière poreuse.

La **collaboration entre équipes publiques et privées** apportera la connaissance académique indispensable à la compréhension des mécanismes de formation de la masse poreuse lors du procédé d'élaboration. Cette **approche scientifique associée à l'expérience du terrain des contraintes industrielles** (sécurité, coûts, fiabilité) aboutira à un nouveau procédé d'élaboration de masse poreuse acétylène, de nouveaux critères d'évaluation, des cahiers des charges et des procédures de travail. **L'ensemble des innovations et améliorations sera testé à l'échelle industrielle sur le site de fabrication d'Air Liquide** de Villeneuve sur Yonne, le dernier site de ce type en France.

Partenaires

Air Liquide CTAS
Air Liquide EI GIS
CNRS UMR6113 ISTO
Centre transfert Technologie Céramique
OMYA SAS

Coordinateur

Emmanuel Bauné – Air Liquide CTAS
emmanuel.baune@Airliquide.com

Aide de l'ANR

867 605 €

Début et durée

Avril 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-017

Label pôle

Titre du projet

PLASMAX : Phases MAX envisagées comme matériaux de structure : élaboration de carbures ternaires par différents procédés (PVD, CVD, Pyrolyse LASer)

Résumé

Les composés ternaires, objets de ce projet, sont des carbures ou nitrures hexagonaux présentant une structure en nanofeuillets et de formule générale $M_{n+1}AX_n$, où $n = 1, 2$ ou 3 , M est un métal de transition, A est un élément du groupe A du tableau périodique et X est du carbone et/ou de l'azote. Ces matériaux présentent certaines caractéristiques des céramiques (réfractarité, rigidité, densité modérée, faible ductilité à l'ambiante) et certaines propriétés des métaux (conductivité thermique et électrique élevée, résistance aux chocs thermiques, faible dureté, résistance mécanique déterministe, tolérance aux défauts, ductilité à chaud). Leur mise en forme est réalisable via de nombreux procédés (frittage réactif, compression isostatique à chaud, moulage sous pression, dépôt par CVD,...). Enfin, Ils résistent relativement bien à l'oxydation.

Le projet PLASMAX, qui associe 2 industriels (MECACHROME et ACERDE) et 3 laboratoires de recherche (CEA/DEN, LEM et PHYMAT) se propose d'élaborer et d'évaluer cette famille de composés, à travers quelques uns de ses représentants du type « 312 » (Ti_3SiC_2 , Ti_3AlC_2) et « 211 » (Ti_2AlC , Ti_2AlN), pour leur potentialité à remplacer des métaux dans le domaine des matériaux de structure. Il est proposé de s'attacher à des points particuliers, qui, en dépit des avancées rapides des connaissances dans le domaine, font l'objet de controverses ou de lacunes, notamment :

- la difficulté, souvent soulignée d'obtenir ces phases à un degré de pureté suffisant (elles contiennent classiquement des petites quantités de phases secondaires, des traces d'oxygène...) impose de s'intéresser à la détermination des mécanismes réactionnels et à la cinétique de formation de ces composés pour en maîtriser la synthèse,
- la détermination de propriétés d'usage à caractère mécanique (frottement, module, dureté) et environnemental (par exemple sous flux de neutrons).

Nous proposons au travers de PLASMAX d'élaborer des phases MAX par différentes méthodes sous la forme de dépôts ou de pièces massives. Les techniques mises en oeuvre seront:

- le dépôt physique en phase vapeur ou PVD,
- le dépôt chimique en phase vapeur ou CVD,
- la synthèse de nanoparticules par pyrolyse laser, qui seront ensuite mises en forme par métallurgie des poudres (consolidation, frittage).

Pour des applications à moyen terme, on s'intéressera tout

particulièrement à la mise en oeuvre de phases MAX sous la forme de films minces et sous la forme de matériaux massifs pour des pièces de structures. Pour une application à plus long terme, les phases MAX ont été identifiées comme un matériau candidat pour les structures inertes en coeur des réacteurs rapides à gaz RNR-Gaz dans le cadre des études sur les systèmes du futur.

Partenaires

CEA Saclay
MECACHROME
ACERDE
CNRS UMR104
CNRS UMR6630

Coordinateur

Jean Daniel Lulewicz – CEA
jean-daniel.lulewicz@cea.fr

Aide de l'ANR

858 347 €

Début et durée

Février 2008 - 42 mois

Référence

ANR-07-MAPR-015

Label pôle

Titre du projet

SEPAL : Approche prédictive du comportement mécanique et du séchage de pâtes d'alumine très déformables pour la fabrication de supports de catalyse et de séparation

Résumé

Le projet consiste à optimiser les performances techniques et économiques du séchage des extrudés d'alumine utilisés comme support pour la catalyse et la séparation. L'objectif est de développer des outils prédictifs du comportement mécanique et de déshydratation des extrudés en fonction de leur composition et des conditions de séchage. Un outil d'optimisation des conditions de séchage sera élaboré et validé de l'échelle du laboratoire et à l'échelle des installations industrielles.

Pour répondre à cet objectif, le programme proposé comprend les étapes suivantes :

- La définition de la composition des extrudés sur la base des données expérimentales disponibles, avec des gels de dispersibilité variable, l'introduction de charge minérales et d'additifs organiques. Ces paramètres ont un rôle important sur l'initiation et la propagation de fissures;
- L'étude expérimentale de l'initiation des fissures pendant le séchage ainsi que la détermination des caractéristiques thermiques, hydriques et mécaniques du produit;
- La définition d'un critère de rupture permettant de tenir compte de la microstructure du matériau en adoptant une approche granulaire (méthode des éléments discrets);
- L'étude expérimentale et la simulation de la propagation de fissures pendant le séchage. Des mesures seront réalisées à l'aide de la microscopie électronique à balayage et de la microtomographie X.;
- Le développement d'un modèle physique et d'un simulateur numérique destiné à prédire le comportement au séchage et le taux de casse des extrudés en fonction de leur composition et des conditions de séchage;
- L'étude de l'extrapolation du séchage d'un grain à l'échelle du séchoir. Une modélisation des transferts thermiques et massiques au sein du séchoir permet de réaliser le couplage avec le comportement à l'échelle du grain;
- Le développement d'un simulateur numérique destiné à optimiser la composition des extrudés et les conditions de séchage pour un taux de casse souhaité. Cet outil de simulation sera obtenu à partir de l'inversion des modèles directs développés au préalable.

Partenaires

AXENS
CERAMIQUES TECHNIQUES INDUSTRIELLES SA
IFP
ENS Arts et Métiers UMR8508
ENS Arts et Métiers EA 2727

Coordinateur Jean Luc Le Loarer- AXENS
Jean-Luc.Le-Loarer@Axens.net

Aide de l'ANR 746 171 €

Début et durée Janvier 2008 - 36 mois

Référence ANR-07-MAPR-016

Label pôle

Titre du projet**SHERPA : Plate-forme de Synthèse pour Matériaux PA Hautes****Résumé**

Le projet SHERPA concerne la mise en place d'une plate-forme de synthèse de nouveaux polymères polyamides (PA) à hautes performances, présentant des propriétés proches des métaux, pour des secteurs clés comme l'automobile. Ces nouveaux matériaux, grâce à leur faible densité permettent de réduire la consommation de carburant. Une partie importante du projet à pour cible, la mise au point de ces polymères sur des bases d'origine végétale. La première génération de ces produits a été développée par plusieurs concurrents des deux groupes chimiques français Arkema et Rhodia et connaît une croissance soutenue. Pour défendre et accroître leurs positions de leaders sur les marchés des polyamides 6,6 et 11, Arkema et Rhodia collaborent avec les laboratoires IMP et C2P2 à Lyon. Les cibles techniques à atteindre sont une stabilité dimensionnelle élevée, une haute température d'utilisation et une grande processabilité Trois sous-projets concernent :

- la mise en place d'un réacteur expérimental haute pression et haute température et la mise au point de méthodes et d'équipements de caractérisations avancées,
- la synthèse de copolymères de PA 6,6 contenant des fonctionnalités porteuses de performances élevées,
- la synthèse de copolymères de PA 11 contenant des fonctionnalités porteuses de performances élevées

Pendant la durée du projet prévue sur 4 ans, 6 chercheurs seront dédiés à ces développements. A maturité, il est estimé que le projet contribuera à atteindre une augmentation de chiffres d'affaires de l'ordre de 10% pour Rhodia et Arkema soit plusieurs dizaines de milliers de tonnes de polyamides, ce qui entrainera la création ou le maintien de nombreux emplois de fabrication et de R&D.

Partenaires

RHODIA OPERATIONS SAS
INSA Lyon
Université Claude Bernard UMR 5265
ARKEMA France

Coordinateur

Eric Roche – RHODIA
Eric.roche@eu.rhodia.com

Aide de l'ANR

964 906 €

Début et durée

Avril 2008 - 48 mois

Référence

ANR-07-MAPR-001

Label pôle AXELERA

Titre du projet

SOLSTOCK : Stockage thermique pour centrale électrique solaire à forte concentration

Résumé

Les centrales électriques solaires sont des procédés en pleine expansion à l'échelle mondiale. On compte à ce jour 400 MWe installés et on estime que 500 MWe vont l'être ces prochaines années. Les industriels français partenaires du groupe d'étude SOLTEC sont désireux de s'investir dans ces technologies et envisagent d'implanter des unités sur le pourtour méditerranéen.

On peut identifier deux types d'activités industrielles susceptibles de se développer en France :

- l'installation et l'exploitation de centrales par des industriels français sur le territoire ou à l'étranger (exportant la technologie propre à une filière française),
- la conception, le développement et la commercialisation d'opérations unitaires performantes destinées aux centrales électriques solaires à venir.

Le projet SOLSTOCK participe à ces deux niveaux de développement en favorisant l'acceptabilité et la rentabilité de ces procédés et en développant une technologie et un savoir faire originaux. Le projet SOLSTOCK concerne la conception et le test pilote d'un système de stockage thermique adapté aux futures centrales électriques solaires à forte concentration. Ce système comprend un matériau composite de stockage innovant ainsi que l'enveloppe-échangeur et leurs intégrations au procédé.

Les niveaux de température (environ 1000°C) ainsi que les niveaux de densité de puissance (environ 250 kW/m²) nécessitent une étude spécifique et le déploiement de moyens de caractérisation adaptés. Ce projet permettra d'améliorer la gestion des centrales à tour, en particulier de stocker l'énergie thermique en période de forte disponibilité (milieu de journée) pour la restituer aux périodes de fortes demandes d'électricité (début et fin de journée). On diminuera ainsi la contribution des sources énergétiques d'appoint (en général fossiles) et par conséquent la production de gaz à effet de serre. Cette optimisation suppose que l'on gère de manière efficace le procédé intégrant le système de stockage. Cet aspect sera aussi développé au cours de l'étude sur la base du savoir faire du partenaire industriel, leader mondial du stockage thermique industriel à chaleur latente. Le système de stockage pourra être exploité dans les différentes applications industrielles mettant en jeu de fortes températures et densités de flux énergétiques tels que l'industrie du verre, le nucléaire ou l'électronique de puissance. Le projet rassemble les compétences de trois partenaires, le laboratoire CRMHT spécialiste des sels fondus à haute températures, le laboratoire PROMES spécialiste des procédés solaires concentrés et des matériaux composites de stockage et la

société CRISTOPIA spécialisée dans le stockage industriel à chaleur latente.

Partenaires

CNRS UPR8521
CNRS UPR4212
CRISTOPIA ENERGY SYSTEMS

Coordinateur

Xavier pY – CNRS UPR8521 PROMES
py@univ-perp.fr

Aide de l'ANR

442 302 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-002

Label pôle

CAPENERGIES

Titre du projet**SUCCEF** : Sélection et Utilisation de Composites Carbone-carbone pour l'Electrolyse Fluor**Résumé**

Le projet SUCCEF consiste à étudier l'utilisation de composites carbone-carbone en milieu fluorures fondus afin d'améliorer les performances du procédé actuel. Deux objectifs principaux sont poursuivis pour atteindre une cellule d'électrolyse plus propre et plus performante. Le premier consiste à améliorer le rendement Faraday en utilisant des composites carbone/carbone et en optimisant l'agencement de la cellule en s'appuyant sur les résultats obtenus par modélisation. Le deuxième est de diminuer la tension totale grâce à l'utilisation de matériau anodique plus efficace. Enfin l'étude des fixations et leur tenue dans le temps dans ce milieu est indispensable.

Partenaires

COMURHEX
SNECMA Propulsion Solide SPS
Plastique et Isolants Techniques
CNRS UMR7612 LI2C
CNRS UPR9048 ICMCB
CNRS UMR5214 IES
INP UMR5503 LGC

Coordinateur

Céline Belhomme – COMURHEX
celine.belhomme@areva.com

Aide de l'ANR

999 490 €

Début et durée

Février 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-019

Label pôle

TRIMATEC

Titre du projet

THERMIDE : Effet des procédés de mise en forme et des traitements thermiques associés sur les propriétés d'emploi et la géométrie des pièces métalliques pour l'industrie

Résumé

La fabrication de pièces métalliques par des procédés métallurgiques comporte généralement, d'une part des opérations de mise en forme (forgeage, laminage, filage, emboutissage, fluotournage...), et d'autre part des traitements thermiques (normalisation, austénitisation, trempe et revenu) pouvant être couplés ou non aux opérations de déformation. Les problèmes liés directement à cette fabrication sont de plusieurs types :

- déformations incontrôlées, néfastes à la maîtrise de la géométrie : les industriels augmentent souvent les surépaisseurs pour pallier cette difficulté,
- structures non conformes : taille de grain non adaptée à certaines caractéristiques de mise en oeuvre ou d'utilisation, telles que soudabilité, usinabilité, contrôlabilité et caractéristiques mécaniques.

Ceci conduit à un accroissement des coûts et délais de fabrication dûs à la mise au mille (perte de métal), aux retouches, retraitements et même rebuts. Savoir contrôler l'apparition des déformations et la taille de grain, représente donc un enjeu de première importance pour les industriels. Les objectifs industriels du présent projet, déposé dans le cadre du pôle de compétitivité « Pôle Nucléaire Bourgogne », sont de réduire les coûts et délais de fabrication des composants métalliques pour le nucléaire par une meilleure maîtrise des déformations, associée au contrôle de la taille de grain et de la structure.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'action proposée associe industriels et chercheurs pour développer des modèles physiques d'évolution des déformations et des microstructures au cours de la mise en forme et des traitements thermiques. Devant la complexité que constitue la simulation complète de tels process, une attention toute particulière est portée à la modélisation du processus de recristallisation dynamique en contexte multi-passes, dont les formulations restent totalement ouvertes à ce jour.

Pour être validés et exploitables, ces modèles nécessiteront:

- des investigations expérimentales en conditions in-situ,
- d'être compatibles avec les calculs éléments finis de mise en forme et de traitements thermiques, utilisés actuellement par les industriels pour modéliser les évolutions thermomécaniques de pièces métalliques.

Les différentes applications porteront sur les matériaux utilisés dans la fabrication des composants pour le nucléaire (différentes nuances d'acier) ainsi qu'un matériau « école »

(le tantale). Les outils de simulation développés seront également exploitables pour le traitement de tout autre procédé industriel de mise en forme d'un produit métallique moyennant une caractérisation adéquate du matériau.

Partenaires

CNRS UMR 5209, ICB, Université de Bourgogne
CREUSOT FORGE Groupe AREVA NP
ARCELOR-MITTAL
TRANSVALOR SA
CEA
ARTS-Cluny
Mines ParisTech-CEMEF

Coordinateur

Tony Montesin – CNRS UMR5209 ICB
tony.montesin@u-bourgogne.fr

Aide de l'ANR

960 067 €

Début et durée

Janvier 2008 - 48 mois

Référence

ANR-07-MAPR-003

Label pôle

Pôle Nucléaire de Bourgogne

Titre du projet

THICK-HOMEO-PLC : Preparation of thick films of polymer liquid crystals, homeotropically aligned (polymer chains oriented perpendicularly to the film surface) for specific anisotropic properties

Résumé

Les polymères et réseaux possédant un degré d'ordre élevé sont capables de présenter des propriétés anisotropes spécifiques. Ces propriétés couvrent de nombreux domaines comme ceux de la mécanique, de l'électronique, de l'optique ou encore du transport. La préparation de films de polymères alignés homéotropiquement (alignement des chaînes polymères perpendiculairement au plan du film) n'est pas triviale et n'a encore jamais été démontrée sur de fortes épaisseurs. Un consortium basé sur les 3 laboratoires BASF-ISIS, l'Institut Curie et l'IPCMS propose de développer des films épais de polymères présentant cette géométrie d'alignement, en utilisant des matériaux cristaux liquides. La réalisation de tels matériaux présente un grand intérêt pour BASF pour des applications industrielles spécifiques décrites dans ce projet. Le premier et principal objectif de ce projet est la préparation de films de matériaux polymères épais (> 0.1 mm) orientés dans une configuration homéotrope. Ces films seront élaborés à partir de monomères cristaux liquides nématiques photoréticulables. Pour atteindre un alignement uniforme sur de fortes épaisseurs, on utilisera à la fois des effets d'ancrage et l'application de champs externes électrique et/ou magnétique. La stabilisation de l'alignement sera assurée par polymérisation/réticulation photo-induite utilisant un amorceur sensible dans la région de transparence du matériau. Le second objectif exploite la photopolymérisation pour structurer spatialement les propriétés mécaniques du matériau en utilisant un procédé photolithographique direct. Cette structuration sera utilisée pour la réalisation de micro-actionneurs complexes (stimulés par un changement de température ou par illumination) permettant des mouvements à deux ou trois dimensions.

Partenaires

CNRS UMR7504 IPCMS
Institut CURIE PCC
Groupe BASF-ISIS

Coordinateur

Stéphane Mery – CNRS UMR7504 IPCMS
stephane.mery@ipcms.u-strasbg.fr

Aide de l'ANR

542 712 €

Début et durée

Janvier 2008 - 36 mois

Référence

ANR-07-MAPR-020

Label pôle Véhicule du futur