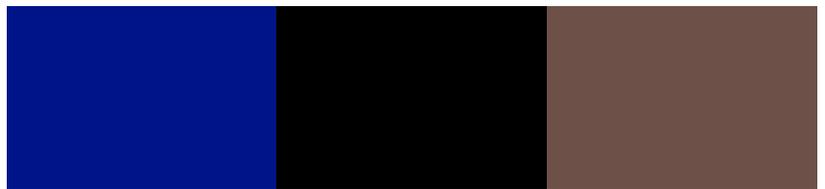


DIRECTION RECHERCHE ET INNOVATION

30 & 31 Mars 2016



**Colloque Institut Mines-Télécom
« Matériaux : réalités et nouvelles
frontières »**

Sommaire

1.	Composites et matériaux polymères en conditions et sollicitations sévères	5
1.1.	La problématique d'utilisation des composites sur structures aéronautiques en conditions extrêmes (température élevée, flux d'efforts important, chargement tridimensionnel...). Les connaissances acquises et les points durs pour la certification	5
1.2.	Mise en œuvre par voie liquide de composites à matrice inorganique pour applications hautes températures .	6
1.3.	Modélisation et simulation de la fabrication des matériaux composites à matrice thermodurcissable ou thermoplastique en conditions sévères de mise en œuvre et mise en forme	7
1.4.	Composites à fibres naturelles en conditions d'utilisation sévères : comportement mécanique et réaction au feu	8
2.	Opportunités et limites des écomatériaux	9
2.1.	Enjeux de l'utilisation de la biomasse végétale et du développement des bio-raffineries	9
2.2.	Développement de composites à matrice polymères à renforts végétaux toujours plus performants : structuration et modifications aux interfaces	10
2.3.	Fabrication par procédé d'imprégnation directe de composites structuraux à renfort textile en fibres végétales et à matrices thermodurcissable ou thermoplastique	11
2.4.	Propriétés mécaniques des agro bétons à base de chaux sous carbonatation naturelle et accélérée	12
2.5.	Valorisation des chars de pyrolyse pour la purification de syngas. Caractérisation multi-échelle et relations structure / propriétés	13
3.	Procédés innovants dans les matériaux multiphasés et multilatéraux	14
3.1.	Systèmes polymères multiphasés : des polymères de commodité vers les polymères de performance, par le contrôle des propriétés interfaciales et des procédés de mise en œuvre et mise en forme	14
3.2.	Effet de procédés avancés de rechargement des surfaces sur les mécanismes de déformation et usure des outillages de forgeage à chaud des pièces aéronautiques	15
3.3.	Modélisation des procédés avancés de fabrication : approches expérimentales et développements de la simulation appliqués au procédé de frittage par chauffage micro-onde	16
3.4.	Développement de procédés additifs pour des applications en ingénierie tissulaire osseuse	17
3.5.	Design d'interfaces pour l'amélioration de l'adhérence de dépôts céramiques par projection plasma	18
4.	Table ronde « Matériaux complexes à hautes performances et contraintes environnementales : quels défis ? »	19
5.	Matériaux architecturés et maîtrise des microstructures	20
5.1.	Arago, ruche d'innovation et de transfert technologique dans le domaine des matériaux composites polymère cristal liquide et de μ -optiques diffractives	20
5.2.	Influence de la précipitation de taille nanométrique sur le compromis résistance mécanique – ténacité d'aciers à très haute performance	21
5.3.	Nan-texturation laser : jet photonique vs laser femtoseconde pour des applications à la fonctionnalisation de surfaces	22
5.4.	Surface à gradient de propriétés mécaniques par l'optimisation des microstructures	23
6.	Miniaturisation, micro et nano-systèmes	24
6.1.	La problématique des matériaux, de leur mise en œuvre pour le développement d'antennes et de dispositifs hyperfréquences pour les applications télécom	24
6.2.	Spintronique : de la récupération d'énergie aux applications micro-ondes	25
6.3.	Développement de micropréconcentrateurs pour l'analyse de traces de gaz et explosifs	26
6.4.	Fabrication de microbatteries Li-ion à base de nanotubes de TiO ₂	27
6.5.	Matériaux architecturés, en particulier pour le packaging en électronique de puissance	28
7.	Matériaux et aspects psychosensoriels	29
7.1.	Matériaux et qualité perçue dans l'automobile	29
7.2.	Prédiction et simulation d'aspect de véhicules peints à l'aide de peintures à effet	30
7.3.	Filère Carnot Mines Mode et Luxe	31
7.4.	Matériaux pour le design et la création industrielle	32
8.	Table ronde : « Matériaux connectés intelligents : quelles approches pour répondre aux nouveaux enjeux industriels et sociétaux ? »	33

1. COMPOSITES ET MATERIAUX POLYMERES EN CONDITIONS ET SOLLICITATIONS SEVERES

1.1. LA PROBLEMATIQUE D'UTILISATION DES COMPOSITES SUR STRUCTURES AERONAUTIQUES EN CONDITIONS EXTREMES (TEMPERATURE ELEVEE, FLUX D'EFFORTS IMPORTANT, CHARGEMENT TRIDIMENSIONNEL...). LES CONNAISSANCES ACQUISES ET LES POINTS DURS POUR LA CERTIFICATION

Jacques Cinquin – Senior Expert Composite Materials

jacques.cinquin@airbus.com

Airbus Group Innovations



Docteur de l'Université Claude Bernard LYON 1 en 1988 sur la thématique des Matériaux Composites.

Employé pendant une année par le centre de recherche de la DGA (ETCA Arcueil) sur les propriétés d'interface dans les matériaux (collage, interfaces fibres matrice dans les composites)

Rejoint AIRBUS GROUP en 1989 pour travailler dans le domaine des matériaux composites Aéronautiques pour application structurale dans le centre de recherche du Groupe basé à Suresnes en région Parisienne.

Occupe le poste de responsable du service matériaux composites du Centre de recherche AIRBUS GROUP de Suresnes pendant une quinzaine d'année et devient expert Senior Matériaux composite pour Airbus Group Innovations.

A également piloté au niveau d'Airbus Groupe le projet de matériaux pour application sur avion Supersonique de nouvelle génération pendant 10 ans.

Les principaux domaines de compétence sont la durabilité des composites à matrice organique en milieu agressifs (température, humidité, chargement mécanique), les relations structure/propriétés/condition de mise en œuvre des matériaux composites, le développement de matériaux multifonctionnels, la définition des fenêtres procédé pour la mise en œuvre des matériaux.

* * *

La problématique d'utilisation des composites sur structures aéronautiques en conditions extrêmes (température élevée, flux d'efforts important, chargement tridimensionnel...).

Jacques Cinquin – Senior Expert Composite Materials

Les connaissances acquises et les points durs pour la certification aborderont la problématique de la durabilité des matériaux composites en condition réelle d'utilisation en liaison avec les exigences de certification et la démarche qui aboutit à la qualification et certification des pièces de structure.

1.2. MISE EN ŒUVRE PAR VOIE LIQUIDE DE COMPOSITES A MATRICE INORGANIQUE POUR APPLICATIONS HAUTES TEMPERATURES

Prof. Thierry Cutard - Directeur de l'ICA-Albi, Directeur-adjoint de l'ICA

thierry.cutard@mines-albi.fr

Mines Albi



Ingénieur ENSCI, Docteur et HDR de l'Université de Limoges sur la thématique des Matériaux et Composites Inorganiques Hétérogènes.

Professeur-assistant durant trois années à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, au Département de Physique, sur la thématique des relations entre microstructure, comportement mécanique et procédés d'élaboration de carbures frittés.

Rejoint Mines Albi en 1996, au sein du Centre Matériaux devenu le Centre de Recherche Outillages, Matériaux et Procédés puis l'Institut Clément Ader Albi, en tant qu'enseignant-chercheur dans la spécialité Matériaux céramiques hétérogènes. Aujourd'hui Professeur à Mines Albi, rattaché au Groupe Matériaux et Structures Composites de l'Institut Clément Ader (UMR5312-ICA).

Depuis 2011, Directeur de l'Institut Clément Ader Albi et Directeur-adjoint de l'Institut Clément Ader.

Les principaux domaines de compétence sont le comportement en environnement sévère (température, chargement mécanique) des composites à matrice inorganique et de bétons réfractaires fibrés, les relations microstructure/propriétés mécaniques/procédé de ces matériaux.

Gilles Dusserre – Enseignant-chercheur

gilles.dusserre@mines-albi.fr

Mines Albi



1999-2003 - Ecole Normale Supérieure de Cachan : agrégation de génie mécanique, DEA de génie mécanique (Université Paul Sabatier Toulouse)

2003-2006 - Doctorat en génie mécanique (Université Paul Sabatier Toulouse) : Sollicitations thermomécaniques dans un moule de pressage de verre (CROMeP, Mines Albi)

2006-2011 - ATER (Université Paul Sabatier Toulouse), puis chargé de recherches à Mines Albi

Depuis 2011 - Enseignant-chercheur à Mines Albi, membre du groupe Matériaux et Structures Composites de l'Institut Clément Ader. Relations matériaux-procédés-propriétés dans les matériaux composites mis en œuvre par voie liquide.

* * *

Mise en œuvre par voie liquide de composites à matrice inorganique pour applications hautes températures

Gilles Dusserre, Anaïs Farrugia, Thierry Cutard

Certains matériaux composites à matrice inorganique sont en cours de développement dans le but de répondre aux contraintes d'utilisation de pièces de structure à des températures élevées (jusqu'à 400°C environ). La mise en œuvre de ces matériaux par des procédés voie liquide permettrait d'atteindre des cadences de production importantes, mais pose un certain nombre de difficultés liées en particulier au comportement rhéologique des précurseurs mis en œuvre.

1.3. MODELISATION ET SIMULATION DE LA FABRICATION DES MATERIAUX COMPOSITES A MATRICE THERMODURCISSABLE OU THERMOPLASTIQUE EN CONDITIONS SEVERES DE MISE EN ŒUVRE ET MISE EN FORME

Prof Chung-Hae Park - Enseignant-Chercheur/Responsable de Groupe

chung-hae.park@mines-douai.fr

Mines Douai



PhD de la Seoul National University (Corée du Sud) et Docteur de Mines Saint-Etienne (2003), HDR (2011). Ingénieur de Recherche Senior au Technology Center de LG Chemical Ltd. (Corée du Sud) de 2003 à 2005. Enseignant-Chercheur à l'Université du Havre (2006-2013) puis à Mines Douai (depuis 2013). Professeur de l'Institut Mines-Télécom (IMT), Responsable du Groupe "Composites & Structures Hybrides" (~30 personnes) du Département Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM) de Mines Douai depuis 2014. Impliqué en tant que chef de projet dans plusieurs projets partenariaux nationaux ou européens d'envergure à finalité industrielle. Auteur ou co-auteur de plus de 115 publications, communications et chapitres d'ouvrages, et de 4 brevets. Ses domaines d'expertise sont relatifs aux composites structuraux hautes performances (renforts carbone, verre, végétaux / matrices thermodurcissables ou thermoplastiques) : matériaux, procédés et technologies de fabrication avancées (Liquid Composite Moulding, RTM, infusion, SMC, compression, injection), modélisation/simulation numérique.

* * *

Modélisation et simulation de la fabrication des matériaux composites à matrice thermodurcissable ou thermoplastique en conditions sévères de mise en œuvre et mise en forme

C.H. Park, M. Deléglise-Lagardère, P. Krawczak (Mines Douai / TPCIM)

Les composites à matrice polymère sont de plus en plus utilisés dans des applications structurelles ou semi-structurelles (automobile, aéronautique ...) répondant à des cahiers des charges très sévères et contraignants, que ce soit en termes de performances ou de cadences de fabrication. Une chaîne d'ingénierie virtuelle doit alors être développée et parfaitement maîtrisée par les bureaux d'études pour concevoir les pièces sur écran, prévoir la microstructure induite par le processus de fabrication et les performances résultantes. Or, s'il est aisé de simuler le comportement mécanique d'une pièce composite connaissant les propriétés des constituants et l'architecture locale du matériau fortement hétérogène et anisotrope, il reste crucial d'intégrer dans les calculs les altérations de microstructure locale induites par les procédés de mise en œuvre. La tâche est ardue au regard de l'échelle à laquelle les phénomènes interviennent, du manque de modèles ad-hoc et des incertitudes entachant certaines caractéristiques et grandeurs d'intérêt. De nouvelles approches de modélisation sont ici proposées en vue de prédire les défauts induits par les procédés de fabrication (de type vides et porosités par exemple) dans le cas de procédés d'imprégnation de renforts textiles par des résines thermodurcissables ou thermoplastiques.

1.4. COMPOSITES A FIBRES NATURELLES EN CONDITIONS D'UTILISATION SEVERES : COMPORTEMENT MECANIQUE ET REACTION AU FEU

Laurent Ferry – Professeur au Centre des Matériaux (C2MA)

laurent.ferry@mines-ales.fr

Mines Alès



Ingénieur et docteur de l'INSA Lyon, Laurent FERRY a effectué sa thèse sur le comportement sous UV de forte puissance du polytétrafluoroéthylène. Depuis 1998, il travaille à l'école des Mines d'Alès où il a développé des activités de recherche en lien avec la dégradation des polymères, qu'il s'agisse de dégradation thermique pour des problématiques de comportement au feu ou bien de dégradation hygrothermique pour des problématiques de vieillissement. Depuis 2009, Il est responsable de l'axe thématique « Comportement au feu des polymères » au C2MA qui a pour principal objectif de développer des systèmes retardateurs de flamme innovants et écologiquement compatibles. Il est coauteur d'une soixantaine de publications dans des revues internationales.

* * *

Composites à fibres naturelles en conditions d'utilisation sévères : comportement mécanique et réaction au feu

L. Ferry, R. Sonnier, R. Léger, S. Corn, P. Lenny,
C2MA, Ecole des Mines d'Alès, 6 avenue de Clavières 30319 Alès cedex

Le développement de matériaux composites à fibres naturelles nécessite de prendre en compte les conditions particulièrement sévères auxquelles ils peuvent être exposés : sollicitations thermiques et hydriques conduisant à leur vieillissement lors d'utilisation courante, exposition à une flamme conduisant à leur combustion en situation accidentelle. Les travaux présentés montrent comment le passé thermo-hydrique du composite peut être pris en compte dans une modélisation prédictive multi-échelle du comportement mécanique. Concernant la réaction au feu, la présentation montrera différentes stratégies d'ignifugation visant à améliorer le comportement des biocomposites et susceptibles d'apporter une protection durable.

2. Opportunités et limites des écomatériaux

2.1. ENJEUX DE L'UTILISATION DE LA BIOMASSE VEGETALE ET DU DEVELOPPEMENT DES BIO-RAFFINERIES

Patrick Navard – Enseignant-chercheur

patrick.navard@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Né en 1953, Patrick Navard est diplômé de l'INSA de Lyon en Génie Physique et Matériaux (1978), a un DEA de biologie appliquée (1978) et un doctorat ès sciences (1982) de l'Université de Lyon, un DEA de mécanique (1979) et un doctorat de l'Ecole des Mines de Paris (1981). Il est directeur de recherche au CNRS et a été le directeur de l'UMR Centre de Mise en forme des Matériaux (CEMEF). C'est un spécialiste de la physique, rhéologie et mise en forme des polymères (bio)sourcés. Il a créé, et il dirige toujours, le European Polysaccharide Network of Excellence (EPNOE) en 2002 afin de coordonner la recherche, l'éducation et le transfert de connaissance dans le domaine des polysaccharides en Europe (40 universités et entreprises). Il a organisé ou participé à l'organisation de 33 conférences, la plupart dans un cadre international, a encadré ou co-encadré 30 thèses, a assuré la responsabilité scientifique de plus de 45 projets de recherche et a coordonné quatre projets européens. Il est auteur ou co-auteur de plus de 160 publications scientifiques et a été une cinquantaine de fois conférencier invité dans des colloques.

* * *

Enjeux de l'utilisation de la biomasse végétale et du développement des bio-raffineries

Patrick Navard, Mines ParisTech

Nous décrivons brièvement la nature, structure et composition de la biomasse végétale en insistant sur sa variabilité. Ceci nous amènera à expliciter pourquoi le concept de bioraffinerie a été élaboré et en quoi et pourquoi des bioraffineries se construisent dans le monde. Nous donnerons alors des exemples de l'utilisation globale de la biomasse en s'appuyant sur les travaux menés au Centre de Mise en forme des Matériaux de MinesParisTech.

2.2. DEVELOPPEMENT DE COMPOSITES A MATRICE POLYMERES A RENFORTS VEGETAUX TOUJOURS PLUS PERFORMANTS : STRUCTURATION ET MODIFICATIONS AUX INTERFACES

Prof. Anne Bergeret - Responsable du Pôle « Matériaux Polymères Avancés »

anne.bergeret@mines-ales.fr

Mines Alès



Titulaire d'un diplôme d'ingénieur chimiste de l'ENSIACET de Toulouse et d'un doctorat en Matériaux Macromoléculaires et Composites de l'Université de Lyon, Anne Bergeret a été embauchée pendant 2 années dans l'industrie des composites avant d'intégrer l'Ecole des Mines d'Alès en 1995. Actuellement responsable du Pôle Matériaux Polymères Avancés (48 personnes dont 17 enseignants chercheurs) du Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA), elle dispose d'une expertise reconnue sur les fibres (fibres de verre, fibres naturelles d'origine végétale), leur traitement de surface et leurs applications en tant que renforts dans les matériaux polymères. Les dernières années ont vu une orientation forte de ses travaux de recherche vers des problématiques d'éco-conception des composites par intégration de polymères et de fibres issus de la biomasse à gestion de fin de vie contrôlée. A ce jour, elle a encadré 28 thèses de doctorats dont 19 en direction et est auteur de 13 chapitres d'ouvrages, environ 55 publications dans des revues scientifiques internationales et 200 communications nationales et internationales.

* * *

Développement de composites à matrice polymères à renforts végétaux toujours plus performants : structuration et modifications aux interfaces

Prof. Anne Bergeret, Responsable du Pôle « Matériaux Polymères Avancés »

Les composites renforcés par des fibres végétales sont considérés comme une alternative potentielle aux composites renforcés par des fibres de verre, en raison de leurs bonnes propriétés mécaniques spécifiques liées à leur faible densité. Toutefois, leurs performances actuelles ne permettent pas encore leur développement à grande échelle. Les verrous scientifiques et technologiques à lever concernent en particulier la sélection des fibres végétales et la maîtrise de leurs processus d'extraction et de dispersion aux échelles méso/microscopique, ainsi que le contrôle des propriétés interfaciales entre les fibres végétales et les matrices/résines d'incorporation.

2.3. FABRICATION PAR PROCÉDE D'IMPREGNATION DIRECTE DE COMPOSITES STRUCTURAUX A RENFORT TEXTILE EN FIBRES VEGETALES ET A MATRICES THERMODURCISSABLE OU THERMOPLASTIQUE

Prof. Patricia Krawczak - Chef de Département

patricia.krawczak@mines-douai.fr

Mines Douai



Ingénieur Mines Douai (1989), Docteur de l'Université Lille 1 (1993), HDR (1999). Chevalier de la Légion d'Honneur. Professeur de l'Institut Mines-Télécom, Directeur du Département de Recherche et d'Enseignement Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM, ~70 personnes) de Mines Douai depuis 2000. Membre du Bureau Exécutif du CISIT (Campus International sur la Sécurité et l'Intermodalité des Transports) depuis 2007, également à la tête du Comité d'Orientation Stratégique de l'Institut de Transition Energétique IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés) depuis 2013. Expertise en plasturgie et composites appliquée à différents secteurs applicatifs avants (transports, emballage, énergie, bâtiment, mécanique ...) consolidée sur la base de 25 années de multiples partenariats industriels et académiques nationaux et internationaux, bilatéraux ou collaboratifs (FP7/H2020, FUI, ANR ...). Auteur ou co-auteur de plus de 330 publications, communications et chapitres d'ouvrages. Ses recherches actuelles portent sur les matériaux avancés (polymères, composites, nanocomposites, mélanges, notamment biosourcés), leurs procédés d'élaboration et de mise en forme (injection, extrusion, rotomoulage, fabrication additive/impression 3D, Liquid Composite Moulding ...), et leur caractérisation (thermomécanique, physique, rhéologique, non destructive), en abordant à la fois les aspects expérimentaux et numériques (modélisation/simulation)

* * *

Fabrication par procédé d'impregnation directe de composites structuraux à renfort textile en fibres végétales et à matrices thermodurcissable ou thermoplastique

P. Krawczak, C.H. Park, M. Deléglise-Lagardère, E. Lafranche (Mines Douai / TPCIM)

Où comment dépasser le simple "greenwashing" pour aller vers les composites structuraux hautes performances (taux volumiques de fibres ~ 45%) avec des procédés autorisant des cadences industriellement et économiquement viables (temps de cycle de 2 à 4 min maxi) ? Seront illustrées la démarche scientifique et sa mise en application, notamment dans le cadre d'actions collaboratives industrielles complémentaires d'envergure (FIABILIN, SINFONI) lauréates du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) structurant la filière industrielle française des fibres végétales techniques à usage matériaux (renforcement de polymères, composites agrosourcés) et rassemblant tous les acteurs de la chaîne de valeur allant du champ aux applications finales multi-sectorielles (ferroviaire, automobile, aéronautique, plaisance, bâtiment et construction).

2.4. PROPRIETES MECANQUES DES AGRO BETONS A BASE DE CHAUX SOUS CARBONATATION NATURELLE ET ACCELEREE

Prof. Eric Garcia-Diaz- Responsable du Pôle Matériaux et Structures du Génie Civil

eric.garcia-diaz@mines-ales.fr

Mines Alès



Eric Garcia-Diaz professeur des Ecoles des Mines est responsable du pôle Matériaux et Structures du Génie-Civil de l'Ecole des Mines d'Alès. Après un doctorat obtenu en mai 1995, la première partie de sa carrière s'est déroulée à l'Ecole des Mines de Douai, jusqu'en 2009, où il a travaillé sur la problématique de la durabilité des bétons et plus particulièrement la réaction alcali-silice en couplant des approches physico-chimique, sa formation de base, et des approches mécaniques. Titulaire de l'HdR en 2006, il a pris en 2009, en tant que Professeur, la responsabilité du pôle Matériaux et Structures du Génie-Civil du Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines d'Alès. Il a à cette occasion orienté sa recherche vers la formulation d'éco-bétons légers pour la structure et l'enveloppe des constructions comme les bétons de granulats légers, les bétons recyclés, les bétons végétaux, etc. Il s'agit d'apprécier à travers ces recherches l'impact de l'incorporation de ces matériaux poreux minéraux et végétaux sur les propriétés du béton frais et du béton durcissant.

* * *

Propriétés mécaniques des agrobétons à base de chaux sous carbonatation naturelle et accélérée

Eric Garcia-Diaz^a, Morgan Chabannes^b, Laurent Clerc^a, Jean-Charles Bénézet^a

a C2MA, École des Mines d'Alès, 6 Avenue de Clavières, 30319 Alès Cedex, France

b DGCE, École des Mines de Douai, 941 Rue Charles Bourseul, 59500 Douai, France

Ce travail s'intéresse aux propriétés à la compression d'agrobétons à base de balles de riz ou de chanvre soumis à de la carbonatation naturelle et accélérée. En conditions naturelles, il a été observé des taux d'hydratation et de carbonatation similaires pour les deux bétons. Néanmoins, le béton à base de balles de riz se caractérise par un effet plafond marqué attribué à une liaison pâte-granat de moins bonne qualité. La carbonatation accélérée a permis d'obtenir en 1 à 2 mois des résistances équivalentes à celles obtenues après 10 mois de cure en exposition extérieure.

2.5. VALORISATION DES CHARS DE PYROLYSE POUR LA PURIFICATION DE SYNGAS. CARACTERISATION MULTI-ECHELLE ET RELATIONS STRUCTURE / PROPRIETES

Anthony Chesnaud – Enseignant-chercheur

anthony.chesnaud@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Né en 1978, Anthony Chesnaud est actuellement chercheur au Centre des Matériaux de Mines ParisTech. Ses expertises concernent: la chimie du solide, la science et la technologie des céramiques, et l'électrochimie appliquées aux matériaux pour piles à combustible de type SOFC. En 2006, il a réalisé une formation postdoctorale au sein du laboratoire SPMS de l'Ecole Centrale Paris, et a rejoint le Centre des Matériaux de Mines ParisTech en 2008. Il enseigne dans le cadre des Mastères COMADIS et DMS. Auteur de plus de 30 publications, Anthony Chesnaud a donné plus de 45 communications dans des congrès nationaux ou internationaux. Il a supervisé 10 doctorants, 2 post doctorants et 6 stages de Master (MAGIS, ICARE). Il a également encadré des élèves en deuxième année du cycle ingénieurs civils de Mines ParisTech dans le cadre de leurs mini-projets. Il a été manager scientifique et technique du projet européen IDEAL-Cell (7^{ème} PCRD, FET, 2008-2011).

* * *

Projet Charpurgas – Valorisation des chars de pyrolyse pour la purification de syngas : caractérisation multi-échelle et relations structure-propriétés

Maxime Hervy^{a,b,*}, Sarah Berhanu^c, Elsa Weiss-Hortala^b, Anthony Chesnaud^c, Claire Gérente^a, Audrey Villot^a, Doan Pham Minh^b, Alain Thorel^c, Laurence Le Coq^a, Ange Nzihou^b

^a Ecole des Mines de Nantes, GEPEA UMR CNRS 6144 4 rue A. Kastler, BP 20722, 44307 Nantes Cedex 03, France

^b Université de Toulouse, Mines Albi, CNRS, Centre RAPSODEE, Campus Jarlard, Route de Teillet, F.81013 Albi Cedex 09, France

^c MINES ParisTech, PSL Research University, MAT - Centre des matériaux, CNRS UMR 7633, BP 87 91003 Evry, France

L'une des voies les plus explorées pour la production de syngas (CO + H₂), vecteur énergétique susceptible d'être par la suite converti en combustible par le procédé Fischer-Tropsch, est la pyro-gazéification de la biomasse et des résidus organiques. Cependant, la formation de sous-produits (suies, huile pyrolytique, goudrons, char) ainsi que l'étape coûteuse de purification du syngas (élimination des polluants, amélioration du ratio CO / H₂) limitent fortement le développement industriel de cette filière. L'objectif du projet Charpurgas est donc d'étudier la valorisation intégrée des chars, avec ou sans adjonction de fonctions chimiques, dans les procédés de pyrolyse pour la purification du syngas. Le but est de comprendre d'une part, le lien entre les conditions opératoires de production et les caractéristiques physico-chimiques et thermiques des chars, et d'autre part de relier ces propriétés de surface à l'efficacité de purification (élimination des suies, goudrons et autres composés gazeux soufrés et azotés) par séparation (adsorption) et par réaction chimique (réaction catalytique). Ces dernières voies, dans lesquelles s'inscrit ce projet, paraissent prometteuses et font l'objet de quelques recherches récentes.

Dans le cadre cette étude, une séquence de caractérisations multi-échelles a été mise en place afin de relier les caractéristiques physico-chimiques des chars utilisés pour l'épuration de syngas – aux conditions de pyrolyse et – à la nature des biomasses ou des déchets entrants. La connaissance de ces propriétés ainsi que la maîtrise des différents processus physico-chimiques intervenant à chacune des étapes de la filière de valorisation des biomasses permette d'améliorer le rendement d'épuration de syngas, par adsorption ou réactivité chimique. Les observations et les analyses élémentaires ont été réalisées étape par étape, en explorant chacune des caractéristiques « matériaux » suscitées à des échelles de plus en plus fines. Cette démarche sera la clé de la compréhension des différents mécanismes intervenant lors de l'étape d'épuration de syngas qui peuvent être activés par un (voire plusieurs) élément(s) de la structure des chars mis en exergue et dont les tailles caractéristiques se situent dans une gamme étendue de l'échelle des dimensions d'un matériau, du macromètre au nanomètre.

3. PROCÉDES INNOVANTS DANS LES MATERIAUX MULTIPHASES ET MULTILATERAUX

3.1. SYSTEMES POLYMERES MULTIPHASES : DES POLYMERES DE COMMODITE VERS LES POLYMERES DE PERFORMANCE, PAR LE CONTROLE DES PROPRIETES INTERFACIALES ET DES PROCÉDES DE MISE EN ŒUVRE ET MISE EN FORME

Prof. Jérémie Soulestin - Enseignant-Chercheur/Responsable de Groupe

jeremie.soulestin@mines-douai.fr

Mines Douai



Docteur de l'Université Lille 1 (2004), HDR (2011). Post-doc à l'Université Catholique de Louvain (Belgique) puis enseignant-chercheur à Mines Douai depuis 2006. Professeur de l'Institut Mines-Télécom (IMT), Responsable du Groupe "Polymères" (~35 personnes) du Département Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM) de Mines Douai depuis 2014. Impliqué en tant que chef de projet ou coordinateur dans plusieurs projets partenariaux nationaux ou européens d'envergure à finalité industrielle, ainsi que dans l'Institut de Transition Energétique IFMAS (Institut Français des Matériaux-Agro-Sourcés). Coordinateur de l'action concertée ACLAME de l'Institut Carnot MINES sur la fabrication additive et du groupe de travail "Industrie du Futur" de l'IMT sur ce thème. Auteur ou co-auteur de plus de 80 publications, communications et chapitres d'ouvrages. Ses recherches actuelles concernent les procédés avancés d'élaboration/mise en œuvre/mise en forme (dont impression 3D) et la caractérisation thermo-mécanique et physico-chimique des polymères, mélanges, nanocomposites et composites, notamment biosourcés.

* * *

Systèmes polymères multiphasés : Des polymères de commodité vers les polymères de performance, par le contrôle des propriétés interfaciales et des procédés de mise en œuvre et mise en forme

J. Soulestin, M.F. Lacrampe, K. Prashantha, P. Krawczak, C. Samuel (Mines Douai / TPCIM)

S'il est aujourd'hui communément admis que le mélange à l'état fondu de polymères immiscibles est une voie intéressante pour proposer de nouveaux matériaux en jouant sur les synergies de propriétés entre les constituants, atteindre l'objectif n'est possible qu'à la condition de générer des architectures ou microstructures spécifiques, généralement à l'échelle la plus fine (nanométrique). Ceci requiert une bonne compréhension des phénomènes physiques et chimiques contrôlant les propriétés interfaciales, et donc la morphologie finale. Grâce à cette maîtrise, il devient alors possible de développer des procédés spécifiques, innovants, de mise en œuvre puis mise en forme, permettant de générer les microstructures/architectures désirées. Cette approche sera illustrée par une sélection de cas concrets permettant d'optimiser les propriétés mécaniques des matériaux constitutifs de base en conduisant par exemple à l'obtention d'un excellent compromis rigidité/ductilité/ténacité.

3.2. EFFET DE PROCÉDES AVANCÉS DE RECHARGEMENT DES SURFACES SUR LES MÉCANISMES DE DÉFORMATION ET USURE DES OUTILLAGES DE FORGEAGE À CHAUD DES PIÈCES AÉRONAUTIQUES

Farhad Rézai-Aria – Responsable du groupe « Surfaces, Usinage, Matériaux et Outillages (SUMO) » de l'Institut Clément Ader

farhad.rezai-aria@mines-albi.fr

Mines Albi



Farhad Rézai-Aria, is a full Professor at École Mines Albi. He was formerly the head of SUMO group at Institute Clément Ader. He is born in Tehran (1953) and got his BSc in Metallurgy Engineering, from Tehran University of Technology (1976). He got his DEA from INSTEN (1978) and his PhD degree (These d'Etat, 1986) from Materials Centre at Mines Paris, on high temperature fatigue (thermal & thermomechanical) and the oxidation interactions of cobalt-based superalloys for turbine blade applications. From 1988 to 1996, he was heading, as Associate Professor, the high temperature fatigue group at Mechanical Metallurgy Laboratory, leading by Professor B. Ilschner, at EPFL. Since 1997 he is with Mines Albi. He is currently corresponding for ALM in Albi. His main scientific interests are the relationships between microstructure/thermomechanical behaviour, fatigue-oxidation-processing interactions and in particular the role of the surface in fatigue/wear loadings and damage developments. He is active in mechanical behaviour and life modellings. He is a member of Fatigue Commission of SF2M and co-animate its GT4 on thermal fatigue.

* * *

An investigation on the wear mechanisms of hardfaced tools for high temperature forging of aeronautical parts

Elodie Cabrol^{1,2}, Christine Boher¹, Vanessa Vidal¹, Farhad Rézai-Aria¹, Fabienne Touratier²

1) Université de Toulouse ; CNRS, Mines Albi, INSA, UPS, ISAE-SUPAERO; ICA (Institut Clément Ader); Campus Jarlard, F-81013 Albi, France

2) Aubert & Duval, 75 Boulevard de la Libération F-09102 Pamiers, France

The working surface of tool steels for forging at very high temperature of aeronautical parts experience severe cyclic thermo-mechanical loadings (beyond 1000°C and more than one minute) that drastically damage by incremental shear plastic straining wearing. Therefore the dimension of tools changes and it becomes difficult to respect dimensional tolerances for forged-parts. These surfaces are very often hard-faced by some cobalt-based superalloys. Classical hardfacing (called also cladding) by MIG or arc welding is compared with TPA and Laser as two emergent advanced technics. High temperature tribological experiments on semi-industrial and laboratory ring/disc scale are performed. Based on detailed microstructural investigations two main mechanisms are considered: shear-plastic yielding by dislocation movements and/or CFC to HC phase transformation. In the absence of allotropic phase transformation the friction factor remains unchanged along the whole testing period and it decreases as soon as it takes place. The allotropic transformation depends on different material/welding processing parameters and the number of the deposited layers. It is shown that the advanced laser hardfacing is very promising for extending the tool life.

3.3. MODELISATION DES PROCEDES AVANCES DE FABRICATION : APPROCHES EXPERIMENTALES ET DEVELOPPEMENTS DE LA SIMULATION APPLIQUES AU PROCEDE DE FRITTAGE PAR CHAUFFAGE MICRO-ONDE

Prof. François Valdivieso – Responsable du département MPE « Mécanique et Procédés d'Elaboration directe » - Centre SMS

valdivie@emse.fr

Mines Saint-Etienne



Responsable du département MPE « Mécanique et Procédés d'Elaboration directe » - Centre SMS

Laboratoire Georges Friedel CNRS UMR 5307

École des mines de Saint-Étienne

Thématiques de recherches :

- Contrôle des structures et microstructures dans les procédés d'élaboration directe
- Simulation numérique des procédés d'élaboration directe : frittage et chauffage par micro-ondes
- Elaborations de multi-matériaux

Membre du bureau de la commission mixte 'Poudre et Matériaux Frittés' de la SF2M et du GFC

Membre des comités scientifiques et techniques des congrès internationaux « Sintering »

* * *

Modélisation des procédés avancés de fabrication : approches expérimentales et développements de la simulation appliqués au procédé de frittage par chauffage micro-onde

François Valdivieso, Mines St Etienne

Outre la présentation brève des activités de recherches du département MPE du centre SMS de l'école des Mines de Saint-Etienne, l'objectif principal de la présentation est de montrer les avancées des travaux de modélisation des procédés de fabrication directe en particulier liées au procédé de frittage par chauffage micro-onde.

Les développements expérimentaux nécessaires à la compréhension des phénomènes physiques à l'échelle de la microstructure et macroscopique ainsi que les résultats des premières simulations du chauffage dans un empilement virtuel de sphères représentatives d'une poudre seront présentés.

3.4. DEVELOPPEMENT DE PROCEDES ADDITIFS POUR DES APPLICATIONS EN INGENIERIE TISSULAIRE OSSEUSE

David Marchat – enseignant chercheur au centre ingénierie et santé,

marchat@emse.fr

Mines Saint-Etienne



Titulaire d'un doctorat de Sciences en Chimie, Chimie-physique de l'Université de Limoges (2005), David Marchat a travaillé deux années pour la société Américaine Medtronic pour laquelle il a développé et validé la production à l'échelle industrielle de poudres de phosphates de calcium pour des applications chirurgicales (2006-2008). Depuis, il exerce des activités de recherche et d'enseignement au Centre Ingénierie et Santé (CIS) de L'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (EMSE). Ses travaux de recherches s'intéressent plus particulièrement au développement de nouveaux biomatériaux à base de phosphates de calcium pour l'ingénierie tissulaire osseuse (mots clés : chimie, phosphates de calcium, procédés d'élaboration, fabrication additive, régénération osseuse, bioréacteur).

* * *

Développement de procédés additifs pour des applications en ingénierie tissulaire osseuse

David Marchat, enseignant chercheur au centre ingénierie et santé,
Laboratoire Sainbiose, INSERM U1059 - Mines St-Etienne

Les phosphates de calcium (CaP), telle que l'hydroxyapatite, sont employés depuis de nombreuses années comme implants ou supports de culture. Malgré l'efficacité incontestable de ces biocéramiques synthétiques en CaP leurs usages restent limités notamment du fait des contraintes techniques imposées par les procédés de fabrication traditionnels (e.g. contrainte architecturale). Dans ce cadre, l'avènement récent de méthodes combinant conception assistée par ordinateur et technologies de fabrication additive ouvrent de nouvelles perspectives scientifiques et thérapeutiques.

3.5. DESIGN D'INTERFACES POUR L'AMELIORATION DE L'ADHERENCE DE DEPOTS CERAMIQUES PAR PROJECTION PLASMA

Vincent Maurel – Enseignant-chercheur - Responsable de l'équipe Comportement à Haute Température du Centre des Matériaux Mines ParisTech, UMR CNRS 7633

vincent.maurel@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Ancien élève de l'ENS Cachan, il a obtenu l'agrégation de Mécanique en 1998, son doctorat de l'ENS Cachan en 2002 et son Habilitation à Diriger les Recherches en 2013. L'essentiel de ses travaux portent sur la compréhension des mécanismes d'endommagement pour des applications à haute température à l'aide de la méthode des éléments finis. Il a en particulier, conduit des démarches de caractérisation de l'adhérence de revêtements métalliques et céramiques en condition de fatigue mécano-thermique ainsi que la propagation de fissures de fatigue. Celles-ci tirent parti de l'analyse du lien entre la microstructure, son évolution en fonction de l'histoire thermo-mécanique du matériau et les propriétés mécaniques qui en découlent.

* * *

Design d'interfaces pour l'amélioration de l'adhérence de dépôts céramiques par projection plasma

Vincent Maurel / Vincent Guipont / Hélène Sapardanis / Alain Köster, Centre des Matériaux Mines ParisTech, UMR CNRS 7633

Pour limiter les hautes températures au cours de transitoires (chocs) thermiques vues par des pièces métalliques, l'utilisation de revêtements céramiques est efficace. La différence de coefficient de dilatation entre le revêtement et le substrat peut conduire à la décohésion du revêtement. En modifiant la morphologie de la surface du substrat avant le dépôt du revêtement, il est possible d'optimiser la cohésion de l'interface. Expérimentalement, le recours à des chocs lasers et des sollicitations quasi-statiques permet de déterminer des critères de décohésion. Cette approche est validée à l'aide de calculs aux éléments finis.

4. TABLE RONDE « MATERIAUX COMPLEXES A HAUTES PERFORMANCES ET CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES : QUELS DEFIS ? »

Jean-Pierre Birat – Président

jean-pierre.birat@ifsteelman.eu

IF Steelman



Jean-Pierre Birat, 68, has worked for 40 years with the French Steel research, i.e. at IRSID known more recently as ArcelorMittal Research. He worked in Solidification, Continuous Casting, Steelmaking, Electric Arc Furnace Steelmaking, environmental issues related to steel production and use, societal dimensions of metals and materials related in particular to the Circular Economy and to LCA/MFA/SAT methodologies. He was in charge of various research groups and departments and was finally a world expert for ArcelorMittal, while running several other things. He was the director of the two largest low-carbon steel production international projects, at worldsteel for 5 years and in Europe for 10 years (ULCOS program). He founded the "Society & Materials" conferences and the SOVAMAT initiative - the 10th SAM conference will take place in Rome, next May. Recently, after retiring from ArcelorMittal, he was the secretary general of ESTEP, the European Steel technology Platform in Brussels. He is an honorary professor at USTB, in Beijing. He authored slightly more than 500 papers and conference presentations, in a research context where grey literature is the norm. He now runs a consultancy, IF Steelman, where paper writing and conferences are privileged. He studied at Ecole des Mines in Paris and at the University of California at Berkeley, 1966 to 1991.

Prof. José-Marie Lopez-Cuesta – professeur, directeur du Centre des Matériaux (C2MA)

jose-marie.lopez-cuesta@mines-ales.fr

Mines Alès



Titulaire d'un diplôme d'ingénieur de l'Institut National Polytechnique de Grenoble et d'un doctorat en chimie physique appliquée, J.-M. Lopez-Cuesta a intégré l'Ecole des Mines d'Alès en 1986. Directeur du Centre des Matériaux des Mines d'Alès (C2MA) depuis 2009 (85 personnes dont 31 enseignants chercheurs), ses thématiques de recherche portent sur les composites et nanocomposites particuliers, les alliages de polymères et la réaction au feu de ces matériaux. Auteur d'environ 120 publications ACL, J.-M. Lopez-Cuesta est secrétaire d'un groupe thématique de la Société Chimique de France et correspondant du département Sciences et Génie des Matériaux de l'Institut CARNOT M.I.N.E.S.

5. MATERIAUX ARCHITECTURES ET MAITRISE DES MICROSTRUCTURES

5.1. ARAGO, RUCHE D'INNOVATION ET DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE DANS LE DOMAINE DES MATERIAUX COMPOSITES POLYMERES CRISTAL LIQUIDE ET DE μ -OPTIQUES DIFFRACTIVES

Prof. Jean-Louis de Bougrenet de la Tocnaye – Chef du département Optique

Jl.debougrenet@telecom-bretagne.eu

Télécom Bretagne



Docteur ès Science Physique, licencié ès Lettres, professeur à Télécom Bretagne, chef du département d'Optique, spécialiste des cristaux liquides, des optiques diffractives et de leurs applications à l'optique et l'ophtalmologie. Lauréat de la Fondation Alexander von Humboldt, professeur au département d'Engineering de l'Université de Cambridge, Churchill College Fellow, fellow de l'Optical Society of America. Fondateur de six sociétés dont Optogone (prix spécial ANVAR 2001) Eyes3shut (2009) fabriquant de lunettes actives 3D, et Orthoptica (2011) outils d'orthoptie numérique. Auteur de 56 brevets, de plus de 200 publications (rang A), lauréat du Cambridge Entrepreneurship (2002), du Technical Achievement Award SPIE (2006), finaliste du prix Chéreau-Lavet 2009. Responsable de l'observatoire de l'acceptabilité 3D-Fovéa (unité INSERM 1101). Conseiller pour l'innovation auprès du Ministre Délégué à l'Enseignement Supérieur et la Recherche (d'avril 2006-à mars 2007).

* * *

Arago, ruche d'innovation et de transfert technologique dans le domaine des matériaux composites polymère cristal liquide et de μ -optiques diffractives

Jean-Louis de Bougrenet de la Tocnaye

Le département d'optique (plateforme CARNOT-ARAGO) a développé depuis plusieurs dizaines d'années des savoir-faire technologiques dans le domaine des cristaux liquides et la réalisation de micro-optiques pour l'industrie. Plus récemment ces activités se sont complétées d'une compétence dans le secteur de la santé autour de la vision binoculaire (INSERM U1101). La mise en commun de ces savoir-faire uniques et complémentaires a permis la conception de lunettes actives intelligentes pour différentes applications (obturation de nuit, optiques ophtalmiques correctrices etc.). On présentera un projet impliquant deux industriels français leaders mondiaux dans leur domaine (i.e. équipements automobiles et optiques correctrices), autour de la conception d'une lunette intelligente permettant suivant les options la conduite automobile de nuit et l'adaptation de la correction en basse vision. On montrera comment cette convergence a permis l'émergence de solutions innovantes dans ce domaine et leur bénéfice pour l'industrie française.

5.2. INFLUENCE DE LA PRECIPITATION DE TAILLE NANOMETRIQUE SUR LE COMPROMIS RESISTANCE MECANIQUE – TENACITE D’ACIERS A TRES HAUTE PERFORMANCE

Denis Delagnes – Enseignant-chercheur

denis.delagnes@mines-albi.fr

Mines Albi



Denis Delagnes naît en Mai 68 à Paris et du coup, son parcours est pavé (de bonnes intentions, certes mais également) de quelques 25 articles parus et d'autres à venir une fois les barricades scientifiques levées. Ingénieur de l'INSA Toulouse en Physique du solide, DEA en Physique de l'Université de Toulouse, Docteur des Mines de Paris en Sciences et Génie des Matériaux, Denis Delagnes est enseignant-chercheur (HDR en 2011) aux Mines d'Albi depuis 1998 au sein de l'Institut Clément Ader. Le cœur thématique concerne les relations microstructures – propriétés mécaniques d'alliages métalliques à très haute performance pour les applications outillages ou aéronautiques. La question qui porte les recherches depuis tant d'années est pourtant simple : Comment modifier la microstructure multi-échelles pour améliorer une propriété mécanique spécifique à l'application...sans dégrader les autres ?

* * *

Influence de la précipitation de taille nanométrique sur le compromis résistance mécanique – ténacité d'aciers à très haute performance

Denis Delagnes, Mines Albi

En réponse à des besoins d'allègement, de réduction de consommation d'énergie et d'émission de gaz carbonique, l'industrie du transport et en particulier l'aéronautique, recherche des aciers à très hautes caractéristiques mécaniques, en concevant une microstructure renforcée par une poly-précipitation de carbures et/ou de phases intermétalliques nanométriques. La complexité des microstructures obtenues exige la mise en œuvre d'une approche multi-échelles en associant des techniques expérimentales avancées, des modèles métallurgiques pouvant décrire la formation de ces microstructures ainsi que des relations entre les éléments pertinents de la microstructure et les propriétés macroscopiques basées sur les mécanismes identifiés. Si les effets de la précipitation nanométrique sur la limite d'élasticité sont largement décrits dans la littérature, il est beaucoup moins fréquent de trouver des éléments de réponse quant aux conséquences sur la ténacité ou la résilience. La présentation fera le point sur les quelques avancées récentes sur ces différents sujets ainsi que sur les principaux verrous scientifiques actuels.

5.3. NAN-TEXTURATION LASER : JET PHOTONIQUE VS LASER FEMTOSECONDE POUR DES APPLICATIONS A LA FONCTIONNALISATION DE SURFACES

Sylvain Lecler – Maître de conférence – Chercheur au laboratoire I-Cube

sylvain.lecler@unistra.fr

Télécom Physique Strasbourg



Maître de conférences à Télécom Physique Strasbourg depuis 2007.

Co-responsable de l'équipe Instrumentation et Procédés Photoniques (IPP) au laboratoire ICube.

Responsable du thème micro-procédés laser.

Habilitation à diriger des recherches sur l'optique physique : applications aux capteurs et procédés laser en 2013.

Doctorat en optique physique. Laboratoire des Systèmes Photoniques – Strasbourg. Diffusion de la lumière par des particules submicroniques (2002-2005)

* * *

Nano-texturation laser : jet photonique vs laser femtoseconde pour des applications à la fonctionnalisation de surfaces

S. Lecler, C. Hairaye, J. Zelgowski, E. Fogarassy, J.Fontaine
ICube-IPP, Université de Strasbourg, Strasbourg France.

Les lasers permettent de graver de manière directe la surface d'une grande gamme de matériaux (semiconducteur, métaux, verre, plastique, céramique, etc.). Ils sont en particulier capables de texturer des surfaces de matériaux non plans avec des motifs dont la forme peut être contrôlée dynamiquement. Ces texturations rendent possible la fonctionnalisation de la surface des matériaux en modifiant leurs propriétés. Par texturation laser, une surface peut être rendue hydrophile ou hydrophobe, non adhésive, absorbante, etc. Une des restrictions en comparaison avec d'autres techniques de lithographie a été longtemps la résolution de la gravure en raison de la limite de diffraction. Nous montrerons comment les lasers femtosecondes permettent par effet non-linéaire de restreindre cette taille de gravure et ce sur tout type de matériaux et comment des lasers beaucoup plus classiques peuvent outrepasser la limite de diffraction en gravure grâce à l'utilisation de jets photoniques. Des exemples de fonctionnalisation en termes de mouillabilité seront présentés.

5.4. SURFACE A GRADIENT DE PROPRIETES MECANQUES PAR L'OPTIMISATION DES MICROSTRUCTURES

Prof. Guillaume Kermouche - Responsable du département PMM, professeur

guillaume.kermouche@mines-stetienne.fr

Mines Saint--Etienne



Guillaume Kermouche est professeur à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne. Après un diplôme d'ingénieur en génie mécanique à l'ENI de Saint-Etienne et un DEA de mécanique à l'Ecole Centrale de Lyon en 2002, G. Kermouche poursuit des travaux de thèse en mécanique et tribologie en partenariat avec la société Areva. Il obtient le diplôme de docteur de l'Ecole centrale de Lyon en 2005 et reçoit l'année suivante le prix de la meilleure thèse francophone de tribologie (Prix Hirn). G. Kermouche est ensuite recruté à l'ENI de Saint-Etienne en 2006 en tant que Maître de Conférences pour développer des recherches en mécanique des matériaux de surface et sur la modélisation des procédés de fabrication. Il obtient son Habilitation à Diriger des Recherches en 2011. Il rejoint l'Ecole des Mines de Saint-Etienne l'année suivante dans le but de pousser davantage ses travaux dans le domaine des matériaux, et plus particulièrement dans le domaine des matériaux métalliques. Il dirige depuis Janvier 2015 le département Physique et Mécanique des Matériaux du centre Science des Matériaux et des Structures. En 2015, il est professeur invité pendant 4 mois à l'Université McGill (Montréal, Canada) dans le département « Mining and Materials Engineering ».

* * *

Surfaces à gradient de propriétés mécaniques par l'optimisation des microstructures

G. Kermouche, D. Tumbajoy-Spinel, G. Smaghe

Dans le contexte de l'optimisation du poids et de la durabilité des structures mécaniques, la création contrôlée de gradients de propriétés mécaniques entre la surface et le volume à partir d'un même matériau apparaît comme une voie prometteuse. La surface devient alors architecturée au sens de la microstructure. Nous présentons ici des résultats obtenus à partir de procédés reposant sur des contacts mécaniques, qui permettent de générer de manière contrôlée des gradients de microstructure sur des épaisseurs de quelques centaines de microns.

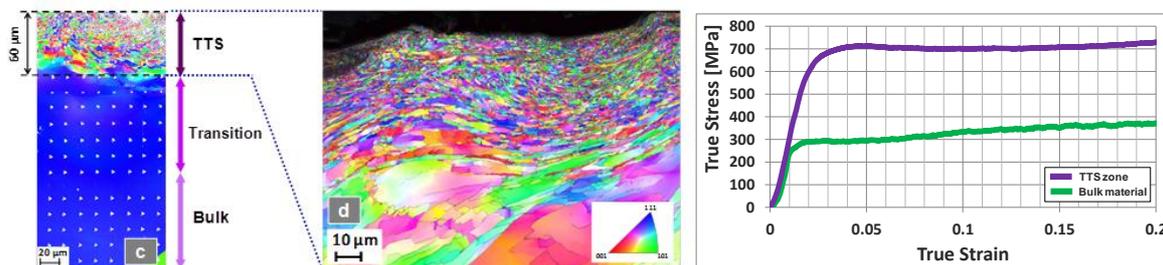


Figure 1 : A gauche : gradient de microstructure induit par un traitement mécanique de la surface. A droite : résultat des caractérisations nanomécaniques démontrant une augmentation de 250% des propriétés mécaniques en surface.

6. MINIATURISATION, MICRO ET NANO-SYSTEMES

6.1. LA PROBLEMATIQUE DES MATERIAUX, DE LEUR MISE EN ŒUVRE POUR LE DEVELOPPEMENT D'ANTENNES ET DE DISPOSITIFS HYPERFREQUENCES POUR LES APPLICATIONS TELECOM

Prof. Christian Person – Directeur Scientifique Adjoint

christian.person@telecom-bretagne.eu

Télécom Bretagne



Christian Person est Directeur Scientifique-Adjoint et Professeur à Télécom Bretagne. Chercheur au sein du Lab-STICC, UMR CNRS 6285, il a assumé pendant de nombreuses années l'animation et la direction d'équipes de recherches multi-établissement (Telecom Bretagne, UBO, ENIB) autour de thématiques de recherche dans le domaine de l'Electronique Hyperfréquence. Ses sujets de prédilection concernent en particulier les technologies d'antennes pour des applications de type « homme connecté » (textiles connectés, Body Area Networks, energy harvesting), ou encore les applications hautes fréquences (radars, imagerie THz).

* * *

Titre « La problématique des matériaux, de leur mise en œuvre pour le développement d'antennes et de dispositifs hyperfréquences pour les applications télécom »

Présentation : Jean Philippe Coupeuz ou Christian Person – Telecom Bretagne - Laboratoire LabSTICC UMR 6285/Equipe DIM (Dispositifs et Interfaces Multiphysiques)

Les matériaux jouent un rôle clé dans le domaine de l'électronique haute fréquence, avec des besoins multiples, relatifs tant à une mise en forme particulière de ces matériaux (facteur de forme, structure composites hétérogènes, maîtrise des dimensions,..), une maîtrise de leurs propriétés intrinsèques (état de surface, propriétés électriques,..) qu'à leur mise en œuvre par des procédés variés (technologies additives, usinage laser, moulage, pressage,..). Ces exigences sont tributaires des fréquences visées par les applications, et la flexibilité apportée par ces matériaux et process innovants ouvrent la voie à des approches de conception originales. Qu'il s'agisse de matériaux pour la conception de fantômes, d'antennes, ou de capteurs miniatures, l'idée de cette présentation est de dresser un état de l'art des besoins et des opportunités pour l'élaboration de structures originales tant dans le domaine des objets communicants, des radars, des systèmes d'imagerie et caractérisation non invasive de structures,..).

6.2. SPINTRONIQUE : DE LA RECUPERATION D'ENERGIE AUX APPLICATIONS MICRO-ONDES

Vincent Castel – Enseignant-chercheur, Département Micro Ondes

vincent.castel@telecom-bretagne.eu

Télécom Bretagne



Vincent Castel, 33 ans, maître de conférences au département Micro-ondes à Télécom Bretagne depuis Février 2015. Suite à l'obtention de son doctorat en physique en décembre 2009, il a effectué plusieurs contrat postdoctoral sur la thématique de l'électronique de spin, plus communément appelé spintronique, dans des équipes de recherche en France (Laboratoire de Physique des solides, Orsay) et à l'étranger (Zernike Institute for Advanced Materials, Pays-Bas, Groningen). Depuis son arrivée au sein de l'institut, il s'efforce à construire une nouvelle équipe dont l'objectif serait de développer de nouvelles applications pour le domaine des télécommunications sur la base de matériaux issues de la spintronique.

* * *

Spintronique : de la récupération d'énergie aux applications micro-ondes

Vincent Castel, Télécom Bretagne

*Le progrès dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication repose, entre autres, sur le développement de matériaux innovants dotés de meilleures propriétés en termes d'intégration et d'efficacité. L'objectif ici est de proposer des dispositifs micro-ondes présentant les fonctionnalités **d'auto reconfigurabilité** et de **récupération d'énergie** basées sur l'exploration de phénomènes physiques développés dans le domaine de la **spintronique**.*

6.3. DEVELOPPEMENT DE MICROPRECONCENTRATEURS POUR L'ANALYSE DE TRACES DE GAZ ET EXPLOSIFS

Prof. Jean-Paul Viricelle

Jean-paul.viricelle@mines-stetienne.fr

Mines Saint-Etienne



Jean-Paul Viricelle received his Ph.D. in Chemical Engineering in 1994 at Ecole des Mines of St-Etienne (France). He has worked as a post-doctoral student on the oxidation of ceramic composite materials in University of Limoges (France) from 1995 to 1997. Since 1998, he has been working as associate professor in MICC department (Microsystems, Instrumentation and Chemical Sensors) attached to SPIN research centre (Natural and Industrial Process Sciences) in Ecole des Mines of St-Etienne. Professor, he now manages PRESSIC department (Process and Reactivity of solid-gas systems, Instrumentation and Sensors, 20 persons). His research activity is focused on electrical properties of solids for development of chemical gas sensors, solid oxide fuel cells and micro-preconcentrators.

A few figures: 14 PhD supervised, 43 publications, 80 communications, 4 patents

Members of "CMC2" board ("Club des Microcapteurs Chimiques" : French national society of chemical sensors).

* * *

Développement de micropréconcentrateurs pour l'analyse de traces de gaz et explosifs

JP Viricelle, P. Breuila, C. Pijolata, M. Camarab, D. Briand

Ecole Nationale des Mines, SPIN-EMSE, CNRS:UMR5307, LGF, F-42023 Saint-Etienne, France

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Institute of Microengineering (IMT), Sensors,

Actuators and Microsystems Laboratory (SAMLAB), Jaquet droz 1, 2000 Neuchâtel, Switzerland

Le contrôle des procédés dans l'industrie chimique, le contrôle de traces de gaz pour la mesure de la qualité de l'air ou dans le domaine de la sécurité civile ou militaire sont des domaines où il existe un besoin croissant de microsystèmes pour l'analyse de gaz à des teneurs très souvent très faibles, parfois inférieures au seuil de détection des capteurs utilisés. Aussi, le développement de micropréconcentrateurs permettant de piéger puis relarguer de façon quantitative les espèces cible devient une nécessité. Un exemple de tels microsystèmes élaborés en technologie silicium sera présenté.

6.4. FABRICATION DE MICROBATTERIES LI-ION A BASE DE NANOTUBES DE TiO₂

Prof. Thierry Djenizian - Responsable Département PS2

thierry.djenizian@mines-stetienne.fr

Mines Saint-Etienne



Thierry Djenizian is the head of the flexible electronics department on the George Charpak Campus. In 2002, he received his PhD degree in Materials Chemistry from the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne and the Friedrich Alexander University of Erlangen-Nuremberg. His research activities are mainly focussed on the nanostructuring of materials for applications in energy storage and conversion at the micrometer scale (microbatteries). He is the author of over 80 publications in international journals and 5 book chapters. He is one Conference Chair of Porous Semiconductors Science and Technology international conferences.

* * *

Fabrication of Li-ion microbatteries using self-supported titania nanotubes

Prof. Thierry Djenizian - MADIREL Laboratory - Aix-Marseille University

Nowadays, lithium-ion batteries (LIBs) are widely used to power portable devices, microelectronics, vehicles, etc. With many advantages such as high surface area and improved charge transport, self-supported 3-D nanostructured metal oxides are promising electrode materials for LIBs and their impact is particularly significant when considering the miniaturization of energy storage systems and the development of 3D microbatteries [1-3].

During this talk, it will be presented the fabrication and use of materials derived from self-organized titania nanotubes (TiO₂nts) as negative 3D self-supported electrodes for microbatteries [4-8]. This kind of 3D nanostructured electrodes is particularly interesting due to better electrochemical performance in terms of kinetics and stability during cycling.

Then, the fabrication of an all-solid-state Rocking-chair battery composed of vertical arrays of TiO₂nts as anode, a polymer thin film as electrolyte, and a LiNi_{0.5}Mn_{1.5}O₄ (LNMO) layer as cathode will be shown [9]. According to the electrochemical tests, this 2D full-solid microbattery showing an operating voltage of 2.1V exhibits high performance such as good discharge capacity and good capacity retention.

Finally, the current approaches developed to achieve the fabrication of a full 3D microcell will be highlighted. Particularly, the conformal electrodeposition of polymer electrolytes into the titania nanotubes and their potential filling will be discussed [10-12].

References

- [1] B.L. Ellis, P. Knauth, T. Djenizian, Adv. Mater., 26 (2014) 3368.
- [2] L. Baggetto, J.F.M. Oudenhoven, T. van Dongen, J.H. Klootwijk, M. Mulder, R. a. H. Niessen, M.H.J.M. de Croon, P.H.L. Notten, J. Power Sources 189 (2009) 402.
- [3] M. Nathan, D. Golodnitsky, V. Yufit, E. Strauss, T. Ripenbein, I. Shechtman, S. Menkin, E. Peled, Microelectromechanical Syst. J. 14 (2005) 879.
- [4] G. Ortiz, I. Hanzu, T. Djenizian, P. Lavela, J.L. Tirado, and P. Knauth, Chem. Mater. 21 (2009) 63.
- [5] N.A. Kyeremateng, C. Lebouin, P. Knauth, T. Djenizian, Electrochim. Acta 88 (2012) 814.
- [6] N.A. Kyeremateng, V. Hornebecq, P. Knauth, T. Djenizian, Electrochim. Acta 62 (2012) 192.
- [7] T. Djenizian, I. Hanzu, P. Knauth, J. Mater. Chem. 21 (2011) 9925.
- [8] N.A. Kyeremateng, N. Plylahan, A.C.S. dos Santos, L. V Taveira, L.F.P. Dick, T. Djenizian, Chem. Commun. 49 (2013) 4205.
- [9] N. Plylahan, M. Letiche, M. Barr, and T. Djenizian, Electrochem. Commun., 43, 121 (2014).
- [10] N. Plylahan, N.A. Kyeremateng, M. Eyraud, F. Dumur, H. Martinez, L. Santinacci, P. Knauth, T. Djenizian, Nanoscale Res. Lett. 7 (2012) 349.
- [11] N. Plylahan, A. Demoulin, C. Lebouin, P. Knauth, T. Djenizian, RSC Adv., 5, 28474 (2015).
- [12] N. Plylahan, M. Letiche, M. Barr, B. Ellis, S. Maria, T. N. T. Phan, E. Bloch, P. Knauth, and T. Djenizian, J. Power Sources, 273, 1182 (2015).

6.5. MATERIAUX ARCHITECTURES, EN PARTICULIER POUR LE PACKAGING EN ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Prof. Yves Bienvenu – Professeur honoraire

Yves.bienvenu@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Professeur honoraire de l'Institut Mines-Télécom à MinesParisTech, chercheur au centre des Matériaux, conseiller scientifique IRT M2P, MetaFensch, CRITT MDTS, expert auprès de la Communauté européenne (Bruxelles) depuis 2015, Membre du conseil de la SF2M et du comité éditorial de la Revue de métallurgie.

Ingénieur Ecole Centrale Paris 1969, Master of Science et Ph. D. (Carnegie Mellon University, Pittsburgh Pa USA 1973).

Scientifique du contingent, Onera 1973-1974, Ingénieur de recherche & développement IRSID Station d'Essais de Maizières les Metz, 1973-1980, Enseignant chercheur, Mines Paris Tech, Centre des Matériaux de 1980 à 2015, Spécialités : métallurgie extractive et d'élaboration, mise en forme et fabrication par solidification et par métallurgie des poudres, assemblages métallurgiques, développement de nouveaux matériaux pour l'énergie, turbomachines aéronautiques, génération de l'électricité, son transport et son utilisation (matériaux pour la motorisation électrique des véhicules).

* * *

Matériaux architecturés, pour le packaging en électronique de puissance

Yves Bienvenu, Centre des Matériaux, MinesParisTech, UMR CNRS 7633, Evry

L'arrivée sur le marché de semi-conducteurs à bande interdite large tels le nitrure de gallium en substitution au silicium, autorise des puissances actives de plus de 50 kW et des tensions de fonctionnement pourraient dépasser 1000V.

L'application visée est la conversion d'énergie électrique dans les transports terrestres ou aériens (voiture ou avion plus électrique) avec un gain attendu de rendement de la conversion de plusieurs %. La température de fonctionnement en face active pouvant atteindre 250°C, entraîne des températures supérieures à 150°C pour le packaging et le recours à de nouveaux matériaux et à de nouvelles architectures ainsi qu'à des nouveaux procédés de fabrication, de revêtement et d'assemblage s'impose....

7. MATERIAUX ET ASPECTS PSYCHOSENSORIELS

7.1. MATERIAUX ET QUALITE PERÇUE DANS L'AUTOMOBILE

Caterina Passaro - Pilote innovation en analyse sensorielle des matériaux

caterina.passaro@renault.com

Renault Technocentre



Caterina Passaro est diplômée en design (2009) de Polytechnique de Milan. Elle débute ses recherches sur la perception des matériaux en tant qu'assistante de recherche au département Giulio Natta de Polytechnique de Milan notamment sur l'aspect du titane. En 2014 elle obtient le titre de Docteur en sciences et génie des matériaux de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne (EMSE) après avoir travaillé en thèse sur la qualité perçue des matériaux d'habitacle automobile au sein du Pôle R.I.M.E. spécialisé dans les propriétés psychosensorielles des matériaux (centre de recherche C2MA de l'Ecole des Mines d'Ales). Depuis 2015 elle a rejoint l'entreprise Renault comme pilote innovation en analyse sensorielle des matériaux.

* * *

Matériaux et qualité perçue dans l'automobile

Caterina Passaro, Renault Technocentre

La qualité perçue est aujourd'hui un des enjeux principaux du monde automobile. Elle passe par la maîtrise de l'aspect des matériaux et de leurs caractéristiques psychosensorielles. Depuis 2007 Renault développe des outils sensoriels pour objectiver la qualité perçue des matériaux, comme le Sensotact qui est le référentiel du toucher des pièces de l'habitacle. Le plus récent de ces outils est un référentiel visuel qui permet de caractériser et prédire la qualité perçue d'une pièce grainée de l'intérieur du véhicule.

7.2. PREDICTION ET SIMULATION D'ASPECT DE VEHICULES PEINTS A L'AIDE DE PEINTURES A EFFET

Dominique Lafon – Enseignant-chercheur

dominique.lafon@mines-ales.fr

Mines Alès



Dominique Lafon works as a full time researcher in the Centre of Materials Research – Ales School of Mines. Her research activities are focussed on:

- new metrological approach and better understanding of the visual behavior of natural and manufactured materials.
- relations and interactions between the human visual system and the optical properties of colored and textured tangible surfaces by trying to develop an integrated approach.

She participates in several research projects in the area of tangible cultural heritage. She develops in-situ characterisation technics (in the area of colour and coloured textures) with the aim of contributing to a better understanding of the parietal art (pigments and painting techniques, conservation issues ...). She is involved in a national research project on Physically based Rendering of materials leaded by Mines ParisTech (A. Paljic). Her contribution concerns the perceptual validation of simulated materials. She is a member of the Technical Committee Chair of the TC8-14 of the International Committee of Lightning (CIE) that is in charge of the "Specification of Spatio-Chromatic Complexity".

* * *

Prédiction et simulation d'aspect de véhicules peints à l'aide de peintures à effet

Dominique LAFON-PHAM (Centre of Materials Research – Ales School of Mines), Alexis PALJIC (MINES ParisTech, PSL-Research University, Centre for Robotics)

Le projet LIMA réalisé en collaboration avec Peugeot a réuni des compétences très diverses autour d'une problématique liée à la prédiction et à la simulation d'aspect de véhicules peints à l'aide de peintures à effet. L'évaluation du réalisme d'une représentation numérique est un des éléments clé de ce projet de design virtuel. Réalisme physique et réalisme perceptif ont été les deux éléments considérés : les peintures simulées dans le projet présentaient des effets de scintillement dus à la présence de paillettes micrométriques d'aluminium dans la matrice transparente. L'effet de scintillement obtenu nous a conduits à explorer le lien entre disparité physique perçue en vision binoculaire et représentation numérique sur les systèmes de visualisation 3D.

7.3. FILERE CARNOT MINES MODE ET LUXE

Prof. Agnès Laboudigue - Adjointe au Directeur de la Recherche, chargée du Carnot M.I.N.E.S

agnes.laboudigue@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Agnès Laboudigue est professeur des Ecoles des Mines. Ingénieur chimiste, et docteur en spectrochimie, elle a commencé sa carrière d'enseignant-chercheur à l'école des Mines de Douai dans le domaine de la gestion et de la réhabilitation des sites pollués, et dirigé un laboratoire de recherche dédié à cette problématique. Depuis 2012, elle a rejoint la direction de la recherche de MINES ParisTech, où elle assure la responsabilité opérationnelle de l'institut Carnot M.I.N.E.S. Lors de l'appel à projets filières du PIA, l'institut Carnot M.I.N.E.S a été lauréat en 2015 de 6 projets destinés à structurer l'offre de recherche à destination des PME dans les domaines de l'aéronautique, l'industrie mécanique, la santé, l'industrie extractive, les énergies renouvelable et la mode et le luxe. C'est en tant que coordinatrice de cette dernière filière intitulée « CARATS » qu'Agnès Laboudigue interviendra dans le colloque « Matériaux, réalités et nouvelles frontières ».

* * *

Filère Carnot MINES Mode et luxe

Agnès Laboudigue, Mines ParisTech

Le projet CARATS (Instituts Carnot M.I.N.E.S, MICA et Ingénierie@Lyon) vise à structurer une offre de recherche et de plateformes dans la filière de la mode et du luxe, afin d'accompagner l'innovation des pme de la filière. L'offre sera organisée autour des grands enjeux d'innovation de la filière – « Développement durable », « Création & ingénierie », « Identité de la marque », « Luxe du futur » et « Risque et sécurité ». La présentation déclinera plus précisément les apports de la recherche sur les matériaux pour cette filière.

7.4. MATERIAUX POUR LE DESIGN ET LA CREATION INDUSTRIELLE

Jenny Faucheu – Enseignant-chercheur

jenny.faucheu@mines-stetienne.fr

Mines Saint-Etienne



After graduating in 2002 from the European school of Chemistry, Polymers and Materials (ECPM, Strasbourg), Jenny Faucheu joined the National Institute of Standard and Technology (NIST, Gaithersburg MD) for two years and studied the ageing of polymer based composites. Back to France in 2005, she defended a PhD in materials science at the National Institute of Applied Science (INSA, Lyon) in 2008 on structure-properties relationships in nanocomposite elaborated *via* latex route. In 2009, she was appointed as assistant professor in the Ecole des Mines de Saint-Etienne (EMSE). Her research focus lies at the interface between materials science and user-centered product design, covering development of new materials for creative industries, materials perception and smart materials.

* * *

Materials perception & materials experience

Jean-François Bassereau, David Delafosse : Mines Saint-Etienne, Centre SMS

Barbara del Curto : Politecnico Milan

The new era of product design focuses on perceived quality and user relationship. Sensations have become the starting point from which the relation between owner/user and product gets structure. In particular for the industrial sector these qualitative aspects belong to the external surface of products and consequently to the material which they are made of. Advanced functional materials - also called smart materials - provide designers with opportunities to create new products or transform existing ones, creating smart products and imagining new user experiences. The varying properties of smart materials make them fundamentally different from common materials.

8. TABLE RONDE : « MATERIAUX CONNECTES INTELLIGENTS : QUELLES APPROCHES POUR REpondre AUX NOUVEAUX ENJEUX INDUSTRIELS ET SOCIETAUX ? »

Elisabeth Massoni – Directeur du CEMEF

elisabeth.massoni@mines-paristech.fr

Mines ParisTech



Elisabeth Massoni est directeur du CEMEF (Centre de Mise en Forme des Matériaux) l'un des dix-huit centres de recherche de l'Ecole des Mines de Paris. Le CEMEF est situé à Sophia-Antipolis dans le sud-est de la France. Les activités de recherche du centre sont majoritairement effectuées en collaboration avec le secteur industriel. Les recherches partenariales sont multi-disciplinaires et concernent le large domaine de la science des matériaux et des procédés de mise en forme. Les thématiques sont bâties sur un socle commun qui est la simulation numérique et expérimentale de l'écoulement de la matière au cours de la déformation. A partir de là sont déclinées des activités qui vont des caractérisations physico-chimiques jusqu'à la mise en place d'algorithmes numériques puissants pour des optimisations de plus en plus efficaces. Les codes numériques développés dans le centre sont ensuite industrialisés et commercialisés par les sociétés de logiciels Transvalor et SCC. Environ 150 personnes travaillent au CEMEF, dont 50 permanents (50% d'enseignants chercheurs) et 70 doctorants.

David Sadek – Directeur de la recherche

David.sadek@mines-telecom.fr

Institut Mines-Télécom



David Sadek est directeur de la recherche de l'Institut Mines-Télécom. Il a précédemment été directeur de la recherche de l'Institut Télécom et directeur délégué à la recherche d'Orange. Docteur en informatique et spécialiste en intelligence artificielle et sciences cognitives, il a créé et dirigé chez Orange pendant plus de quinze ans les activités puis le laboratoire de R&D sur les agents intelligents et le dialogue naturel personne-machine. Il est à l'origine des premières réalisations technologiques dans ce domaine ainsi que du standard ACL de langage de communication inter-agent. Il a également piloté plusieurs programmes de transfert industriel et de déploiement de services. Il est ou a été membre de nombreux comités scientifiques nationaux et internationaux, et de pilotage et d'évaluation de la recherche : président du comité d'évaluation du programme Contenus & Interactions de l'ANR, conseil scientifique d'Inria et celui du département STIC du CNRS, groupe « facteurs humains » du conseil scientifique Défense, bureau exécutif du RNRT, comité de coordination d'Allistene, instances de la commission européenne,...

David Sadek a eu pendant près de dix ans le titre d'expert émérite du groupe Orange. Il a reçu le prix France Télécom de l'innovation technologique, le prix Orange de l'innovation de service, le trophée des casques d'or du forum européen de la relation client. Il est également lauréat de la Médaille Blondel.

46, rue Barrault
75634 Paris Cedex 13
France
Tél. +33 (0)1 45 81 80 80
www.mines-telecom.fr



INSTITUT
Mines-Télécom
