

Editorial : Clusters : vers l'imbrication de l'industrie et de la recherche



La Région Rhône-Alpes marque sa volonté d'appuyer l'innovation au moyen de deux actions de « clustering » industriel et scientifique. Dissociés au départ les deux types de clusters devraient à terme s'imbriquer, notamment au travers de plates-formes technologiques et de projets.

Les clusters dits « marché » ont pour objectif de renforcer le positionnement régional sur de grands marchés (Automobile, Aéronautique, Habitat,...) en particulier en ce qui concerne la sous-traitance et la valorisation technologique des innovations issues des laboratoires. Ils sont construits autour d'une analyse de la chaîne de la valeur déclinée à partir de besoins du marché exprimés par des donneurs d'ordres ou des équipementiers et traduits en ensembles fonctionnels, puis en composants prêts à assembler constitués de briques technologiques.

Les grappes de compétences ainsi définies rassemblent des entreprises sous-traitantes de rang 1 à n, des laboratoires et des centres techniques.

p1	: Editorial
p2-4	: Brèves matériaux
p5-7	: Congrès : INNOVMECA
p8-9	: Congrès : 44^{èmes} Journées du CEM
p10-14	: Projets Collectifs
p15-22	: Dossier Technique : Acoustique
p23-24	: Laboratoire : CMGD
p25-26	: Le coin des Adhérents
p27	: Vigimat
p 28	: Agenda

Du côté de la recherche, 14 clusters eux même divisés en plusieurs secteurs thématiques rassemblent les 600 laboratoires rhônalpins, jusqu'à l'échelle du projet unitaire. La recherche de co-financements industriels incitera les chercheurs à s'approprier davantage la demande applicative et à croiser les thématiques / compétences du savoir régional avec les grands enjeux issus des clusters marché.

La construction des clusters est comparable à un arrangement de type fractal (les nervures d'une feuille, un cristal de neige) avec une structure branchue complexe mais similaire quelle que soit l'échelle d'observation.

Selon l'enjeu il est important de cibler la bonne échelle de travail : même si la population concernée représente un millier d'entreprises en région (cluster automobile), toutes ne sont pas concernées par un projet ou une « sous-grappe » élémentaire. Il faut enfin cibler les actions sur des groupes de taille « raisonnable » de quelques (une à deux) dizaines d'entités tout au plus.

Cette fertilisation croisée du tissu scientifique et technologique régional, essence même de la vocation originelle de l'Agence, constitue à ce jour l'un des axes prioritaires de nos actions.

Jean-Claude PREVOT
Directeur Général

Brèves Matériaux

Des pneus dans du béton

Les matériaux cimentaires présentent, en général, une faible résistance à la traction ainsi qu'une grande fragilité. Leur faible capacité de déformation les rend très sensibles à la fissuration résultant de variations dimensionnelles. Dans le cas des grandes surfaces, ces variations dimensionnelles sont essentiellement dues au retrait. Afin de localiser et limiter la fissuration, il est alors nécessaire de mettre en place des joints de retrait qui constituent une réponse partielle au problème dans le cas des dalles de béton. Leur mise en œuvre est contraignante et ils peuvent également constituer des points d'amorce de futures dégradations (infiltration, tuilage, rupture...).

Des chercheurs de l'INSA de Toulouse ont développé un matériau cimentaire suffisamment déformable pour ne pas se rompre sous les effets du retrait. Ce matériau contient des granulats en caoutchouc fabriqués à partir de pneus usagés déchiquetés. Les granulats (de 4 mm de diamètre maximum) sont utilisés en remplacement partiel du sable. Des essais ont été réalisés avec des taux de substitution allant de 20 à 30 % en volume. La présence des granulats induit une relaxation des contraintes et une plus grande capacité de déformation du béton, réduisant ainsi fortement le risque de fissuration des dalles. En contre-partie, il a été observé une baisse de la résistance à la compression du matériau cimentaire. Le taux de granulats de caoutchouc introduit a donc été limité à 30 % en volume afin de restreindre la diminution de résistance en compression.

Ce matériau est particulièrement intéressant pour les grandes surfaces car il permet de limiter le nombre de joints de dilatation, de simplifier la mise en œuvre, tout en augmentant la durabilité de l'ouvrage. Enfin, cette application offre un débouché économique intéressant pour la filière de recyclage des pneumatiques.

Le laboratoire recherche des partenaires pour la réalisation d'un essai sur un chantier expérimental.

Contact : Anaclét TURATSINZE - Tél : 05 61 55 99 34 - Mél : anaclét.turatsinze@insa-toulouse.fr

Une presse d'injection grande série à Compositec



Compositec a inauguré jeudi 16 juin sa dernière acquisition, une presse d'injection pour les BMC (Bulk Molding Compounds) les GFL (Granulés Fibres Longues) et les poudres à mouler.

Cet investissement de 450 k€ a pu voir le jour grâce aux financements du Conseil Régional de Rhône-Alpes, du Conseil Général de Savoie et du constructeur BILLION. Il s'agit d'une presse modèle Hercule avec une force de fermeture de 320 tonnes et un plateau de dimension 1 mètre sur 1 mètre.

Ce type d'équipement destiné à la production grande série est déjà largement utilisé parmi les transformateurs notamment des secteurs automobile et électrotechnique. Soumises à des objectifs de productivité, les presses sont généralement destinées exclusivement à la production.

Grâce à cet investissement unique en France, Compositec met à disposition des entreprises une presse dédiée uniquement à leurs développements. Les prestations englobent la formulation et la fabrication de compounds, l'optimisation de paramètres de production, la validation de moules et la caractérisation mécanique et physico-chimique des pièces.

Contact : Christophe SCHIMEL - Responsable Commercial Compositec

Tél : 04 79 26 42 42 - Fax : 04 79 26 42 43 - Mél : christophe.schimmel@compositec.com

Le CETIM annonce un programme de travail de 3 ans
sur les technologies des poudres...



L'utilisation des poudres ouvre de nouveaux horizons aux bureaux d'études et aux ateliers de fabrication :

- nouvelles solutions d'assemblage de matériaux différents,
- réduction de délai entre conception et réalisation des « premières pièces bonne matière »,
- approche de « développement durable » par économie de matière première et d'énergie et réduction des déchets et des effluents.

Son développement va rapidement, et d'une façon notable, affecter l'ensemble des activités de l'industrie mécanique.

C'est pourquoi le CETIM, accompagné d'un certain nombre de partenaires industriels et universitaires, se donne pour objectif de bâtir un centre de compétences « Technologie des poudres », reconnu au niveau européen. Sur les trois prochaines années, cinq millions d'euros seront consacrés au développement de cette nouvelle approche.

Les nouvelles technologies des poudres concernent trois grandes activités : **la mise en forme et le frittage, le prototypage et la fabrication rapides** ainsi que **le traitement de surface**. Elles s'adressent à des marchés en forte croissance, puisque le marché mondial des poudres de fer croît de 4 % par an, celui du prototypage rapide de 21 % par an et enfin le marché européen du traitement de surface de durcissement avec poudres enregistre une croissance de 3 % par an.

Les investissements dans ces technologies se justifient en raison de performances techniques uniques :

- possibilité de réaliser des pièces en multimatériaux,
- amélioration des caractéristiques mécaniques, comme la rigidité et la température de fusion de pièces polymères,
- augmentation de la tenue à l'usure et des durées de vie en fatigue.

Cette technique simplifie non seulement la conception, mais augmente les performances. Elle permet notamment une très nette réduction des coûts par simplification des gammes de fabrication, une réduction des délais pour la réalisation d'outillages, et abaisse les coûts, comme les délais pour des fabrications en petites séries.

Les professions ciblées sont celles de la forge (fritté-forgé), du découpage (les « Soft Magnetic Composites », remplaçant les empilages de tôles magnétiques), des moules, de l'usinage, des traitements de surface, ou encore les fabricants d'équipements et de machines spéciales, de presses, de fours, etc. destinés à la métallurgie des poudres.

Le Centre de Compétences Poudres constitué par le CETIM se donne pour mission de développer sur trois ans une maîtrise des techniques innovantes et de leurs applications dans les principales filières de transformation des poudres. Le CETIM et ses partenaires travailleront ainsi sur la maîtrise de la caractérisation des poudres, du Compactage à Grande Vitesse (CGV), du « laser melting », de l'usinage à vert, sur la qualification des performances des traitements de surface et enfin, sur la maîtrise de la conception d'une gamme « première pièce bonne » pour matériaux polymères, céramiques et aciers.

Son objectif est aussi de créer un véritable pôle de « recherche et développement » reconnu au niveau national et européen (HIVECOMP), et de préparer pour 2007 un congrès international dédié.

Le Centre de Compétences Poudres gèrera également le transfert des acquis dans les différents secteurs industriels concernés : réalisation de démonstrateurs de CGV et de prototypage, mise en place d'un programme de formations, publication d'une base de données produits-procédés.

*Contact CETIM : Ludovic LAZZAROTTO - 7, rue de la presse - BP 802 - 42952 Saint Etienne Cedex 9
Tél : 04.77.79.41.38 - Mél : ludovic.lazzarotto@cetim.fr*

Collaboration scientifique pour une luge de compétition

Inspirée de la luge bien connue des enfants, la luge de compétition se pratique les pieds devant et allongé sur le dos sur le même type de pistes que le bobsleigh. L'engin, composé de métaux et de matériaux composites, peut atteindre la vitesse de 150 km/h, ce qui en fait le sport de glace le plus rapide. En 1964, la discipline devint Olympique et obtint alors sa reconnaissance mondiale. Les quatre meilleurs français de cette discipline - Yann Fricheteau, Thomas Girod, Julien Decharne et Johan Rousseau - se sont regroupés au sein **de l'association « Défi Luge »**, basée à La Plagne, afin de promouvoir leur sport et rechercher des collaborations et des financements. A l'instar de la Formule 1, l'aspect **matériau** est ici prépondérant : assemblage, glisse, vibrations, amortissement. De bons résultats s'obtiennent par l'addition d'une luge performante, d'un athlète bien préparé et de leur adéquation. Face à des équipes possédant de gros moyens (USA, Allemagne, Autriche), l'équipe française cherche donc à développer la technique du matériel de compétition et à mettre en place des collaborations scientifiques et techniques afin de rendre ses actions sportives plus performantes notamment pour le prochain objectif de l'équipe : les J.O. de Turin en 2006. Les sponsors sont également les bienvenus.

Contact : Yann Fricheteau - Mél : Yann.fricheteau@luge.fr - Tél : 06.03.35.22.00

Site de l'association : www.luge.fr

L'UDIMEC forme et informe sur les métiers de la métallurgie



L'Union des Industries Métallurgiques Electriques et Connexes de l'Isère et des Hautes-Alpes accueillera 80 apprentis supplémentaires dans ses deux centres de formation de Moirans et de Beaurepaire, où 450 jeunes suivent actuellement un cursus en alternance (BEP, bac pro, BTS).

Cette augmentation des effectifs répond à l'objectif des pouvoirs publics de former, en France, entre 350 000 et 500 000 apprentis par an à partir de 2009.

L'Udimec agit, par ailleurs, pour le développement des métiers de la métallurgie par l'installation à Moirans, dans les locaux de sa Maison de la Production, d'un centre d'information et de dialogue (CDI). Rappelons qu'avec 1 540 entreprises et 51 000 salariés, l'Isère accueille 25 % des entreprises métallurgiques de Rhône-Alpes et 21 % de leurs emplois.

Contact : UDIMEC - Tel : 04 76 41 49 49 - Fax : 04 76 41 08 82 - Site Internet : www.udimec.fr

Source : Bref Rhône-Alpes

Un pôle d'expertise pour les matériaux réfractaires

La SFC¹ a inauguré, en avril dernier, les nouveaux locaux de son laboratoire d'essais et de recherches sur les matériaux réfractaires (ICAR), situé à Moncel Les Lunéville en Ile de France. Née en avril 2003 de la fusion du LRMC² et du département « produits réfractaires » de la SFC, ICAR (Innovation – Conseil – Assistance - Réfractaires) propose ses services à l'ensemble de la filière industrielle des céramiques réfractaires au travers de cinq types de prestations :

- **La formation** : destinée aux professionnels de la mise en œuvre des produits réfractaires, elle se décline sous forme de stages allant de l'initiation à la diffusion des techniques les plus pointues.
- **Les études technologiques** : ICAR possède des compétences en modélisation thermomécanique et peut accompagner les industriels dans la résolution de leurs problèmes relatifs aux matériaux réfractaires.
- **Les essais** : ICAR propose plus de 150 références d'essais de caractérisation thermomécanique accrédités.
- **L'assistance à maîtrise d'œuvre ou à maîtrise d'ouvrage** : apport d'une assistance dans la définition des cahiers des charges.
- **L'expertise**

Contact : ICAR, 2 rue Lavoisier, 54300 Moncel Les Lunéville - Tél : 03 83 76 39 39 -

Fax : 03 83 76 39 40 - Mél : info@lrmc.fr

¹ SFC : Société Française de Céramique - ² LRMC : Laboratoire de Réfractaires et Matériaux Céramiques

Congrès : “INNOVMECA”

Session “Ingénierie et Surfaces” - 08 Mars 2005

Après un exposé introductif décrivant les différentes fonctions d’une surface ainsi que les modes de caractérisation chimique, géométrique et mécanique permettant de fixer des critères de choix répondant aux contraintes environnementales, des exemples de progrès réalisés ont été présentés. Ils portent notamment sur les points suivants :

- la prise en compte des capacités de rodage de surfaces phosphatées et les conditions de lubrification dans les systèmes galet/came et patin/galet des pompes à gazole ;
- les itérations successives entre modélisation et expertises tribologiques pour résoudre des problèmes d’usure avec, comme exemples d’applications, le cas des clapets des systèmes de pressurisation des cabines d’avions ;
- la mise au point d’un dépôt de carbone amorphe répondant aux exigences de frottement en ambiance spatiale, avec la mise en évidence du rôle joué par la teneur en H₂ sur les propriétés rhéologiques des couches obtenues et par voie de conséquence, sur le coefficient de frottement ;
- les procédés de substitution potentiels aux dépôts de chrome dur, avec notamment la projection à chaud (technique HVOF et programme HCAT aux USA en aéronautique et armement) et le programme mondial ECOCHROM visant à développer l’utilisation du chrome trivalent.

Session “Métallurgie des Poudres” - 09 Mars 2005



Source : CETIM

La session «**Métallurgie des poudres ! Une chance pour la mécanique ?**» a démarré par l’intervention de **Georges JO-BARD, président de la FIM Rhône-Alpes**, qui a mis en avant les deux points importants qui selon lui permettent à une PME d’innover :

- l’innovation doit être le moteur de développement des entreprises, avec une dynamique qui repose sur les compétences et la motivation des équipes mais aussi sur le temps et un financement adéquat (conditions d’innovation),
- l’innovation n’est un processus que partiellement maîtrisé, c’est un «acte révolutionnaire» avec ses risques, ses aléas, ses surprises... qu’il faut pouvoir assumer et gérer.

En résumé, pour bien innover, il faut rassembler un certain nombre de conditions (temps, financement, compétences internes et externes – en s’appuyant sur les centres de compétences scientifiques et techniques), de la volonté (qui relève aussi de la psychologie de management) et bien sûr de l’imagination (la créativité, y compris pour «rebondir» en cas d’imprévus).

Jean-Marc CHAIX, directeur du LTPCM de l’INPG, a présenté la **démarche des scientifiques face aux problèmes technologiques liés à la métallurgie des poudres** en se basant notamment sur l’expérience et le savoir-faire acquis par les laboratoires de Grenoble. Il a tout d’abord rappelé que la «métallurgie des poudres» regroupait aussi bien les poudres métalliques que les poudres céramiques et a insisté sur le fait que l’approche scientifique d’un problème industriel permet, dans un contexte de partenariat industrie - recherche, de bien comprendre l’ensemble du procédé technologique allant de la fabrication de la poudre jusqu’à la réalisation de pièces frittées (identification des lois de comportement qui régissent l’écoulement des poudres, leur compression, leur frittage ; modélisation des phénomènes ; implémentation des bases de données et validation par l’expérience....).

Des exemples industriels dans différents domaines ont été présentés : on citera par exemple, la modélisation macroscopique du frittage des pièces qui permet de prévoir les retraits sur des matériaux variés (métalliques, céramiques, cermet...), ou encore, la réalisation de multimatériaux par la sélection des mélanges de poudres, la recherche d'une technologie de compression adaptée, l'optimisation des conditions de frittage... qui conduisent à l'obtention de pièces avec un cœur résilient et une couche externe ou superficielle dure (étude toujours en cours en lien avec le CETIM de Saint-Etienne).

Ludovic LAZZAROTTO, responsable de la plateforme de compactage à grande vitesse du CETIM de Saint-Etienne, a présenté les apports de la compression dynamique sur la mise en forme des poudres métalliques, céramiques et polymères. On retiendra que

- sur **les métaux**, on peut combiner cette mise en forme avec un usinage à vert (avant le frittage), ce qui peut réduire considérablement les efforts de coupe et augmenter la durée de vie des outils ;
- sur **les poudres céramiques**, on note une bonne tenue des pièces à vert (ce qui permet un usinage éventuel), un frittage facilité et des microstructures des pièces frittées plus fines que par un pressage conventionnel ;
- sur **des poudres polymères** (notamment des POM), on mesure des modules élastiques 1.5 à 2 fois plus élevés que sur des pièces mises en forme par injection du fait d'un frittage qui s'opère pendant la compaction.

Cette technologie de compaction grande vitesse trouve pour le moment des applications dans le domaine des engrenages, dans la réalisation de moules de forge ou de verrerie...



Source : CETIM

Léon SIMMEN, conseiller technique de la société suisse SINTEC, a fait le point sur la compaction isostatique à chaud pour la réalisation de pièces ou de revêtements bi-métalliques. Ce procédé combine une haute pression (140 MPa) avec une température élevée (correspondant à 80 % du point de fusion du matériau). Les pièces ainsi réalisées sont exemptes de toute porosité et peuvent être usinées. La société SINTEC réalise ainsi des bimatériaux en partant soit de deux types de poudres différents, soit d'une pièce massive et d'un apport de poudre.

Des participants ont soulevé la question de la concurrence possible entre ce procédé et le rechargement laser pour la réalisation de revêtements duplex anticorrosion et ont souhaité obtenir des éléments de comparaison technico-économique avec la projection thermique par plasmas.

Eric GAFFET, directeur de recherche à l'Université de Belfort-Montbéliard, a débuté son intervention en rappelant que le nombre de publications sur le «Frittage Flash» (ou Spark Plasma Sintering, SPS) a été multiplié par 2 entre 1999 et 2005, en particulier en Asie. La métallurgie des poudres trouve son principal débouché dans le secteur automobile (70 % des pièces) et voit actuellement arriver une nouvelle famille de matériaux, les nanomatériaux (liés aux poudres nanostructurées ou poudres ultrafines), pour lesquels l'objectif est de retrouver la nanostructure dans le produit fini. Le Frittage Flash semble prometteur dans ce sens car il permet de réaliser le frittage à une température plus basse que celle d'un procédé conventionnel pour une densité de la pièce finale voisine de 100 %. Ce procédé repose sur l'application d'un champ électrique intense combinée à une pression peu élevée (30 à 150 MPa), ce qui génère des micro-arcs électriques au niveau des grains de poudre et favorise la densification de la pièce. Actuellement, ce procédé est très développé au Japon (avec une main mise par SUMITOMO sur les fours de frittage), mais on trouve des plateformes en Europe, notamment à Toulouse.

Enfin, la session s'est terminée avec la présentation de l'application du Moulage par Injection de Métal (MIM) pour la réalisation d'empreintes de moules avec une forte micro-structuration, effectuée par **Thierry BARRIERE, maître de conférence à l'Ecole Nationale Supérieure de Microtechniques Mécaniques** de Besançon. Cette thématique fait l'objet d'études récentes au sein du laboratoire et s'appuie d'une part sur l'acquisition d'une machine Battenfeld (bi-vis), unique en France, pour la réalisation de micro-composants à très forte valeur ajoutée, et d'autre part, sur le développement de plusieurs logiciels développés en interne visant à prédire et à optimiser les paramètres d'injection et de densification.

Session “ Procédés laser pour l’industrie” - 10 Mars 2005

Cette session, présidée par Monsieur PORTRAT, président du Club Laser et Procédé, a permis de faire le point sur l’utilisation et quelques innovations du laser dans l’industrie.

Le Docteur KREUTZ, directeur du Lehrstuhl für Lasertechnik der RWTH Aachen a présenté un état de l’art des différents lasers industriels (laser à diode, à plaque, à disque, à fibre...). De nouveaux marchés sont actuellement visés comme le nettoyage, l’assemblage de polymères (exemple : boîtier RFID), le frittage laser, le polissage de précision... Le laser permet également de réaliser des analyses de matériaux d’une extrême sensibilité (résolution latérale de 50 nm, résolution en profondeur de l’ordre de 1 nm). Ces analyses sont mises en œuvre en médecine, pharmacie, biotechnologie, électronique, sécurité, alimentarité...



Source : Phenix Systems

Monsieur TEULET de la société PHENIX SYSTEMS a mis en avant la technique de fabrication directe de pièces par laser : la pièce est produite couche par couche (de 20 à 40 µm par couche) à partir de poudres métalliques (aciers inox, aciers à outils, alliages non ferreux, réfractaires) ou céramiques (alumine, mullite, cordiérite, stéatite...) et apport d’énergie grâce à un laser YAG. Ce procédé permet la conception de formes très complexes, nécessitant une grande précision, pour des pièces très techniques. Il est actuellement utilisé dans les domaines de l’aéronautique, de l’horlogerie et la bijouterie, de la dentisterie, pour la fabrication de moules, de filière caoutchouc ou par les laboratoires de recherche.

Le DIPI, laboratoire de l’ENISE de Saint Etienne est d’ailleurs pionnier dans cette technique. **Monsieur BERTRAND, maître de conférence à l’ENISE** a présenté les travaux de ce laboratoire sur le rechargement laser de poudres, injectées soit latéralement soit coaxialement, pour la création de couches multi matériaux et multifonctionnelles. Cette technique permet, par exemple, d’allier la ductilité d’un matériau avec la dureté d’un autre pour réaliser des pièces ayant localement des propriétés anti-usures.

Monsieur SODER, directeur de la société IMPULSION et Monsieur AUDOUARD, professeur du laboratoire de Traitement du Signal et Instrumentation de l’université Jean Monnet de St-Etienne ont présenté le laser femtoseconde : par impulsions ultra brèves et précises (d’un faible impact thermique par ailleurs), ce laser permet de travailler la matière sur des petites dimensions (micro-découpe, micro-perçage, micro-marquage...). A ce jour, cette technique, coûteuse, reste relativement peu développée industriellement bien qu’elle présente de très fortes potentialités en microélectronique, télécommunication, optique intégrée, automobile, aéronautique, médical, micromécanique, marquage anti-contrefaçon...

Monsieur BOUCHACOURT de la société SOERMEL est intervenu pour montrer la rapidité et la précision du soudage laser dans le domaine automobile : une animation a présenté le soudage de planches de tableau de bord et de rabotage de tôles de carrosserie de leur société espagnole par station RWS (Remote Laser Welding System). Cette station offre une grande table de travail (courte focale : 1 m, longue focale : 1.6 m), le faisceau se déplace avec une grande flexibilité et un encombrement au sol moindre. Cette station est également caractérisée par une grande rapidité de soudage (85 soudures/min).

Pour finir, un autre aspect du laser a été présenté, moins connu du domaine industriel : le scanner. La **société ATM3D** utilise le laser afin de mesurer, à distance, la topographie ou des structures du génie civil (ponts, bâtiments, pylônes ...). Cette mesure, sans contact, est rapide (10 000 points par seconde), d’assez longue portée (500 m maximum) et en trois dimensions.

Monsieur PORTRAT a conclu cette session en précisant l’existence du réseau laser en Rhône-Alpes mis en place par l’Agence Matériaux et l’ARATEM (<http://lasers.agmat.asso.fr>).

Congrès : “44^{èmes} journées du Cercle d’Etudes des Métaux (CEM)”

Les 44^{èmes} Journées du Cercle d’Etudes des Métaux ont coïncidé en 2005 avec les 24^{èmes} Journées de Printemps organisées par la Commission Fatigue de la SF2M¹ les 10 et 11 mai, au CETIM de Senlis. Le thème de cette manifestation était le suivant : « **Fatigue et Etat de Surface, du rôle des dégradations de surface à l’effet des traitements superficiels** ». Ces journées, auxquelles s’étaient également associés le GAMAC² et le CETIM, avec le parrainage de l’AFM³, ont rassemblé une centaine de personnes dont 50 % étaient issues du monde universitaire et 50 % du monde industriel avec, dans ce dernier cas, une majorité (60 %) en provenance de grands groupes industriels, et le reste en provenance de centres techniques et de PME.

Les quatre thèmes abordés lors de ces journées ont été les suivants :

- Amélioration de la tenue en fatigue de contact,
- Effet de la microgéométrie de surface,
- Rôle d’un traitement de surface,
- Prédiction de la résistance des couches superficielles.

1 - Amélioration de la tenue à la fatigue de contact : Ce thème a regroupé **sept communications** autour des problèmes posés par les **états de surface** pour les roulements, la pignonnerie et l’amorçage de fissures en fretting-fatigue, par l’**apport d’un revêtement de faible épaisseur** du type PVD, ainsi que par l’apport d’un traitement de **grenailage**, combiné ou non à une **cémentation**. Parmi les faits marquants de ce premier thème, on peut signaler :

- l’analyse de la réduction de vie avec prise en compte de la macro et de la microgéométrie, avec comme conséquence, une possibilité d’optimiser le profil de rugosité ;
- la réalisation d’un outil de caractérisation de la surface par rugosimétrie 3D sans contact, pour hiérarchiser les solutions métallurgiques et comprendre les mécanismes de dégradation (un exemple d’utilisation de cette technique dans le cadre de la cémentation basse pression d’un certain nombre de nuances d’aciers est donné sur la figure 1) ;

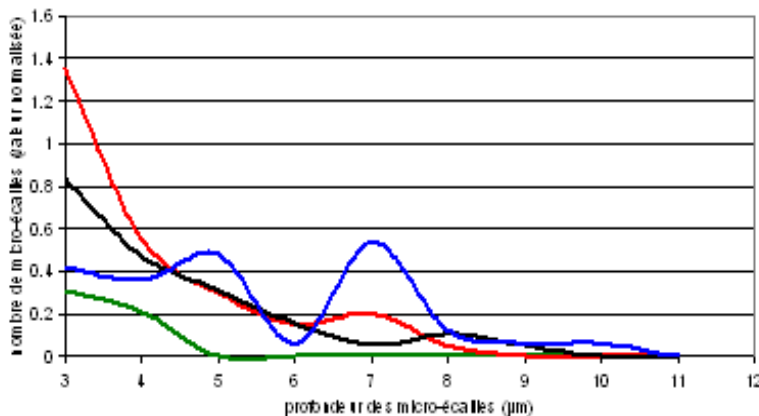


Fig 1 : Histogramme de la distribution de microécailles ayant une profondeur donnée à l’aide de la rugosimétrie 3D sans contact appliquée à différents aciers ayant subi une cémentation basse pression (étude Ascométal-ENSAM)

- le développement d’un essai de percussion vibratoire d’une bille sur une surface tout à fait judicieux pour optimiser l’épaisseur d’un dépôt de type PVD ou PACVD (voir figure 2);
- pour le grenailage, la nécessité de prendre en compte les contraintes résiduelles, la rugosité et les effets d’entaille, l’écrouissage et les endommagements de surface.

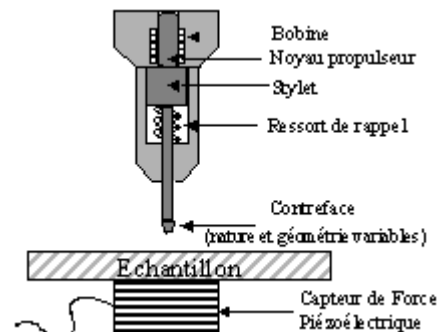


Fig 2 : Tête de micropercussion pour évaluer le comportement de revêtements durs sous sollicitations superficielles cycliques (étude HEF-ECL)

¹ SF2M : Société Française de Métallurgie et de Matériaux, ² GAMAC : Groupement d’Analyse Mécanique et d’Analyse des Contraintes, ³ AFM : Association Française de Mécanique

2 - Effet de la microgéométrie de surface : Ce thème a regroupé **six communications**, ainsi qu'une **conférence introductive** sur l'**analyse des contraintes résiduelles** comprenant l'origine des contraintes, leur évaluation, la localisation et la qualité des mesures (justesse, répétabilité, comparaison des méthodes). Les six communications ont surtout traité du problème de la **préparation de surface** et de son incidence sur la **tenue en fatigue**. Parmi les faits marquants de ce deuxième thème, on peut signaler :

- dans le cadre de la préparation de surface des **aciers** par plusieurs méthodes (tournage, meulage, sablage, polissage), une influence contrastée de ces méthodes sur la limite de fatigue en liaison avec le profil de rugosité et l'écrouissage de surface (très dépendant du matériau), sachant que les contraintes résiduelles d'origine thermomécanique ont un effet secondaire en raison de leur relaxation rapide ;
- dans le cadre de la préparation de surface **des alliages d'aluminium** de la série 7000, par plusieurs méthodes donnant des rugosités différentes, l'obtention d'une seule courbe d'endurance grâce à un modèle prenant en compte l'effet d'entaille sur la concentration de contraintes, mais avec des dispersions dépendantes de l'état inclusionnaire et des contraintes résiduelles ;
- l'amélioration de l'état de surface de **superalliages type IN718** fortement échauffés par des opérations de tournage mal adaptées, grâce à des relaxations thermiques (qui reprécipitent les phases durcissantes) et éventuellement en plus grâce à une opération d'alésage qui apporte à la fois un écrouissage et des contraintes résiduelles en compression ;
- la proposition d'un modèle de comportement des fissures courtes en volume, qui met en évidence la dégradation rapide d'une structure renforcée en surface (mécaniquement ou par voie thermochimique) lorsque apparaissent les premiers défauts surfaciques.

3 - Rôle d'un traitement de surface : Ce thème a regroupé **sept communications** centrées sur les traitements de **galetage**, de **cémentation**, de **nitruration** et de **dépôts minces** obtenus par **mélange ionique dynamique**. Parmi les faits marquants de ce troisième thème, on peut citer :

- le développement d'une approche permettant de prendre en compte, dans le cas du galetage, les champs de contraintes générés et leur adaptation en fonction du type de cyclage, l'état de surface, la vitesse de fissuration et le seuil de non fissuration, avec la mise en évidence d'un effet matériau important pour le gain apporté en fatigue (comparaison d'une structure ferrito-perlitique et d'une structure bainitique) ;
- une évaluation prédictive de la tenue en fatigue des assemblages en alliages d'aluminium bruts de soudage et parachevés par grenailage qui a mis en évidence l'influence des contraintes résiduelles sur l'amélioration de la durée de vie en amorçage ;
- l'amorçage multiple de fissures dans la couche de combinaison d'un acier 42CrMo4 nitruré, qui peut se traduire par une forte dégradation de la durée de vie en fatigue lors de surcharges ponctuelles ;
- la faible influence de la nitruration par essais de fatigue oligocyclique sur acier X37CrMoV5-1 entre 20 et 700 °C, en raison d'une différence sensible dans le mode d'amorçage des fissures liée à un processus d'oxydation préférentielle de la couche nitrurée.

4 - Prévision de la résistance de la couche superficielle : Ce thème a regroupé **trois communications** prenant en compte les **propriétés de surface** dans les **modèles prédictifs de durée de vie en fatigue**. Parmi les faits marquants de ce quatrième thème, on peut citer :

- la prise en compte des paramètres de surface (contraintes résiduelles, écrouissage, irrégularités de surface) pour évaluer la résistance à l'amorçage des fissures à l'aide des critères classiques de fatigue multiaxiale, avec l'intégration de l'effet d'endommagement, validées par des essais conduits sur différents cas de matériaux écrouis par usinage, grenailage ou renforcés par traitement thermochimique ;
- la simulation numérique de la propagation de fissures dans une géométrie de gorge de vilebrequin galeté, validée expérimentalement par des essais sur géométrie simplifiée approchant celle du vilebrequin.

Session Posters : Pour la première fois, cette année, les journées de printemps comprenaient une session posters permettant de compléter les informations données par l'ensemble des conférences. C'est ainsi qu'ont été exposés treize posters regroupant des présentations à caractère plus méthodologique aussi bien sur l'aspect analytique que sur l'aspect modélisation.

Clusters : les réseaux font la force !

La Région Rhône-Alpes a initié la mise en place de clusters afin de favoriser le développement économique par l'innovation. La démarche CLUSTER vise à mettre en réseau les entreprises et les acteurs de l'excellence d'un même pôle d'activités pour renforcer la compétitivité des entreprises orientées sur ce marché. L'objectif est de répondre aux défis stratégiques rencontrés par ces entreprises par la mise en place d'actions concrètes.

Nous vous proposons dans cette rubrique de vous apporter, en collaboration avec le magazine « Surmesure » de l'ARATEM¹, des informations sur la démarche cluster ainsi que sur les clusters dans lesquels l'ARAMM et l'ARATEM sont impliqués.

Qu'est-ce qu'un cluster ?

Nombreux sont encore ceux qui ignorent à quelles réalités correspond le concept de cluster sur lequel se fonde pourtant la stratégie de développement d'un nombre croissant de régions du globe. Pour en savoir plus, l'ARATEM est allé à la rencontre de Jean-Louis Gagnaire, Vice-Président délégué au développement économique de la Région Rhône-Alpes...

La Région Rhône-Alpes est depuis plusieurs années engagée dans une démarche «cluster». De quoi s'agit-il exactement ?

En informatique, le terme de cluster désigne la mise en réseau de plusieurs ordinateurs afin d'obtenir une plus grande puissance de calcul. La démarche cluster mise en oeuvre en Rhône-Alpes comme dans bien d'autres régions du monde se fonde précisément sur ces notions de «réseau» et de «gain de puissance». Elle vise en effet à créer des synergies entre les entreprises orientées vers un même marché, ainsi qu'avec les laboratoires de recherche et organismes de formation spécialisés dans les domaines concernés, pour engager des actions et des projets d'innovation communs qui permettront aux entreprises de renforcer leur compétitivité sur la scène internationale. Les clusters les plus connus sont américains : la Silicon Valley et de la Route 128. Cependant, ces exemples ne doivent pas laisser penser que le facteur géographique est déterminant dans la constitution d'un cluster. Les acteurs du réseau ne sont pas obligatoirement situés sur le même territoire. Ce qui prime, c'est le regroupement de compétences complémentaires pour répondre aux exigences d'un marché, voire pour les devancer.

Quels sont les clusters existant actuellement en Rhône-Alpes ?

À ce jour, cinq clusters ont été initiés par la Région et ses partenaires : les Loisirs Numériques, les Bioproduits, les Industries de la Neige, les Energies Renouvelables, l'Aéronautique et les Véhicules Roulants (voir page cicontre). Une douzaine de thématiques possibles est en outre à l'étude et pourraient déboucher sur la création de nouveaux clusters.

Comment s'effectue la sélection des thématiques qui feront l'objet de cluster ?

La connaissance approfondie des réalités rhônalpines, la veille économique, scientifique et industrielle et les échanges permanents avec les différents acteurs régionaux permettent de faire émerger de nouvelles idées susceptibles de déboucher sur la constitution d'un cluster. Des thématiques telles que les industries du sport, de l'emballage ou du cinéma sont par exemple à l'étude. Toutes les idées émises n'aboutissent évidemment pas à la constitution d'un cluster. Suivant le degré de maturité de ces réflexions, la Région initie directement la démarche ou commande, sur ses fonds propres, une étude préliminaire au cabinet de Conseil Competitiveness, spécialisé dans le service aux clusters, afin d'évaluer la faisabilité du projet, son périmètre, ses composantes et les sujets qui seront développés. Mais la Région ne soutient pas non plus exclusivement cette stratégie de développement économique. Les regroupements d'acteurs autour d'un même marché, ou d'un même projet peuvent revêtir de multiples formes et bénéficier du soutien du Conseil Régional.

.../...

¹ ARATEM : Agence Rhône-Alpes pour la Maîtrise des Technologies de Mesure

.../...

Comment s'exprime ce soutien vis-à-vis des clusters en activité ?

Outre le financement des études préliminaires que je viens d'évoquer, la Région peut assurer le financement des interventions des experts désignés pour animer les clusters. Par ailleurs, elle soutient des actions élaborées par les membres du réseau. Je tiens cependant à préciser une chose importante : la démarche cluster n'est pas une procédure de financement codifiée. Et notre objectif n'est pas d'institutionnaliser les clusters. Il s'agit d'insuffler une dynamique et de la soutenir, pour que les entreprises gagnent en compétitivité sur des marchés où la concurrence internationale s'avère chaque jour plus rude.

Extrait de « Surmesure » N° 25, magazine de l'ARATEM

Un cluster consacré aux véhicules roulants



RHÔNE-ALPES

AUTOMOTIVE CLUSTER



Extrait de « Surmesure » N° 25, magazine de l'ARATEM

Le 29 novembre dernier, dans les locaux du Conseil Régional Rhône-Alpes, la naissance du premier cluster rhônalpin était officiellement célébrée. Consacré au domaine automobile, il vise à regrouper les compétences des acteurs régionaux du secteur en vue de favoriser l'émergence de produits innovants, la croissance économique et le développement de l'emploi.

Avec 17 % de la production nationale automobile, Rhône-Alpes constitue un pôle d'envergure européenne. Environ un millier d'entreprises y sont implantées, parmi lesquels de grands constructeurs et équipementiers tels que Renault Trucks, Irisbus, ou Plastic Omnium. Le secteur représente plus de 102 500 emplois, et génère un chiffre d'affaires de l'ordre de 21 milliards d'euros (Source : CCI de Lyon, 2004). La région se caractérise également par sa capacité à offrir une filière complète de sous-traitance, «du composant à la carrosserie» et par la richesse de son tissu de recherche et d'enseignement supérieur : Rhône-Alpes est considérée comme la 5e région «matière grise» d'Europe. 440 décideurs au travail lors de la journée de lancement du cluster.

Pour renforcer la compétitivité des entreprises du secteur automobile, la Région Rhône-Alpes a engagé, en avril 2004, une démarche cluster sur le thème des véhicules roulants.

Objectif : promouvoir les complémentarités entre entreprises, centres de recherche et universités, pour favoriser l'émergence d'activités et de produits innovants répondant aux attentes du marché.

Le lancement officiel de ce cluster a eu lieu au Conseil Régional, le 29 novembre 2004. En prélude aux travaux, Jean-Jack Queyranne, Président du Conseil régional Rhône-Alpes, a rappelé les principaux enjeux de cette initiative : «Les clusters jouent un rôle primordial car ils permettent aux entreprises d'être plus productives et innovantes que si elles continuaient à évoluer seules, face à la concurrence européenne et internationale. En effet, l'accroissement de la concurrence engendre un besoin accru pour les entreprises de combiner leurs forces, de construire des alliances et d'améliorer les interactions avec leur environnement d'affaires, en particulier avec les différents acteurs de leur territoire d'implantation. L'enjeu est de taille, si l'on considère le retard pris par notre pays en matière de hautes technologies. Selon un récent rapport du Conseil d'Analyse Economique, la position française sur le marché international recule de 8 % par an, en moyenne.» Les 440 décideurs (260 représentants d'entreprises, 90 des laboratoires, centres techniques et grandes écoles et 90 des structures d'accompagnement du développement et de l'innovation des entreprises et de leurs branches professionnelles) présents lors de la journée de lancement du cluster, ont ensuite esquissé les premières pistes d'action en faveur du développement du secteur automobile.

Trois axes stratégiques ont ainsi été définis : l'internationalisation des entreprises, le management et l'innovation organisationnelle et l'innovation technologique. L'animation du premier axe a été confiée à ERAI (Entreprise Rhône-Alpes International), et celle du second, à THESAME et le Pôle Productique Rhône-Alpes. Le groupe de travail sur l'innovation technologique est, quant à lui, animé par l'Agence Rhône-Alpes pour la Maîtrise des Matériaux (ARAMM) et l'ARATEM (cf. encadré).

L'ARATEM et l'ARAMM, chefs de file du Groupe «Innovation Technologique»

Le Groupe de Travail «Innovation Technologique» est conjointement animé par l'Aramm et l'Aratem. «L'idée consiste à réunir les compétences de différents acteurs et de constituer une chaîne client/fournisseur pour développer des projets technologiques innovants, résolument orientés marché» explique le Directeur général de l'Aratem, François Wendling. Industriels, chercheurs et experts de domaines divers sont ainsi réunis en plates-formes de travail collaboratif qui ont déjà généré 36 projets, regroupant chacun cinq ou six partenaires. Actuellement en phase d'évaluation, ces projets feront l'objet d'une présentation dans quelques mois. «Nous envisageons en effet d'exposer les premiers résultats de nos travaux lors de la prochaine manifestation organisée à Lyon par l'Association des Ingénieurs de l'Automobile, en octobre prochain. Ce sera l'occasion de faire le point sur les projets en cours, mais aussi d'en lancer de nouveaux et d'aller à la rencontre d'autres partenaires.»



Chiffres-clés de l'automobile en Rhône-Alpes

- 17 % de la production nationale automobile
- 1000 entreprises
- 102 500 emplois

Pour tout renseignement sur le cluster «véhicules roulants» :

www.automotive-cluster.fr
contact@automotive-cluster.fr

«L'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes» prend son envol



Extrait de « Surmesure » N° 25, magazine de l'ARATEM



Successeur du Plan Aéronautique, initié en 2001 par la CRCI Rhône-Alpes, qu'il prolonge et amplifie, «Aerospace Cluster in Rhône-Alpes» entre dans sa phase active. Les acteurs régionaux de la filière aéronautique et spatiale sont désormais fédérés autour de **trois axes de travail** et **d'un objectif commun** : favoriser l'émergence d'activités et de produits innovants, en vue de renforcer la compétitivité des entreprises rhônalpines sur les marchés nationaux et internationaux.

En Rhône-Alpes, près de 500 entreprises développent une activité concernant le domaine « Aéronautique, Spatial, Défense ». Une centaine d'entre elles – représentant 16 000 employés et 1 Md€ de chiffre d'affaires, sont même des spécialistes de ce secteur. Messier Bugatti, Thales Avionics, Sarma, Alcatel Space, Intertechnique, Dassault Aviation, SNR Roulements, Alcatel Vacuum Technology, Radial et Hexcel Composites comptent parmi les leaders d'une industrie aérospatiale régionale articulée autour des pôles d'excellence que représentent en Rhône-Alpes l'ingénierie mécanique, la mécanique, l'électronique, l'ingénierie électrique, la plasturgie et les textiles techniques.



Rhône-Alpes : 4e région européenne pour la recherche aérospatiale



Mais c'est dans le domaine de la recherche que la région s'affirme comme l'une des têtes de file de l'aéronautique européenne. Avec plus de cinquante laboratoires dotés de compétences fortes et reconnues par les plus grands acteurs du secteur (notamment dans les domaines des matériaux composites, les systèmes embarqués, la conversion d'énergie, la mécanique, l'acoustique et les vibrations), Rhône-Alpes est en effet la 4e région européenne et la 2^{ème} région française en matière de R&D. Pour favoriser le développement d'une offre aérospatiale régionale structurée et dotée d'une forte capacité d'innovation, le Conseil Régional a décidé de soutenir la création d'un cluster dédié à ce domaine. Le 7 décembre dernier, le projet a été présenté aux industriels et aux acteurs de la recherche qui ont accepté de **se fédérer autour de projets et d'objectifs communs**. Les actions mises en oeuvre dans le cadre de «l'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes» visent ainsi à répondre aux attentes d'un marché dont la croissance attendue pour les prochaines années est de l'ordre de 5 à 6 % par an.

Trois axes stratégiques ont été définis : **le développement commercial et l'internationalisation** des entreprises, **la performance industrielle et l'innovation technologique**. L'animation du premier axe a été confiée à la CRCI, celle du second, au Pôle Productique Rhône-Alpes, le groupe de travail concernant l'innovation technologique étant, quant à lui, animé par **l'Agence Rhône-Alpes pour la Maîtrise des Matériaux et l'ARATEM**¹. Son objectif : faire émerger des projets innovants permettant de concevoir des avions plus légers, plus sûrs, plus confortables et plus respectueux de l'environnement. Dans ce cadre, l'ARATEM et l'ARAMM ont entrepris de recenser l'ensemble des compétences disponibles en Rhône-Alpes en recherche et développement. *«En collaboration avec l'ARAMM et l'Agence du Numérique, nous avons dressé un bilan complet en mars 2004»,* explique Sébastien Berger, Chargé de Mission à l'ARATEM. *Nous sommes donc en train de valider toutes les informations recueillies à l'époque mais aussi d'enquêter auprès des grands équipementiers afin de mieux cerner leurs attentes.»* *«Parallèlement, l'Aerospace Cluster a engagé une vaste campagne d'information et des opérations de promotion des savoir-faire régionaux»,* poursuit Marie Lefebvre, Chargée de Mission à l'ARAMM. *Une conférence-débat exceptionnelle avec Claude Henri Hereus, Vice-Président d'Airbus Industrie, en charge de la stratégie achats, a eu lieu le 13 avril dernier, en Haute-Savoie. Cette rencontre, qui a réuni plus de 150 participants, a permis aux entreprises rhônalpines de mieux connaître la stratégie d'Airbus en matière d'achats et de coopération technologique, notamment à travers la présentation du programme de conception de l'avion géant A380».* Depuis, un autre rendez-vous avec Airbus a été proposé aux industriels : à l'initiative de la CCI de Lyon, une réunion publique a été organisée, le 13 mai 2005, dans le cadre du Salon Alliance. Un mois plus tard, du 13 au 19 juin 2005, une quarantaine d'entreprises rhônalpines, réunies sur l'espace «Aerospace Cluster in Rhône-Alpes», ont participé au Salon du Bourget. Enfin, le Groupe Régional Rhône-Alpes de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF) organise, le 7 juillet 2005, sa deuxième journée scientifique (cf. encadré), pour un bilan des avancées de la recherche universitaire et industrielle, une vision de leurs perspectives et une présentation complète de l'Aerospace Cluster in Rhône-Alpes.

Contacts sur «l'Aerospace Clusters» :

Marie Lefebvre, ARAMM - Tél. 04 79 25 36 01 - Mél : marie.lefebvre@agmat.asso.fr
Sébastien Berger, ARATEM - Tél. 04 75 78 41 80 - Mél : sberger@aratem.org

Les clusters de recherche

La Région Rhône-Alpes a initié la création de clusters de recherche qui visent à structurer l'activité scientifique dans les laboratoires autour de thématiques prédéfinies (voir encadré). L'objectif est de créer des pôles de compétences avec des équipements mutualisés pouvant monter des projets ciblés en partenariat avec des industriels. Un projet correspond à une ou plusieurs thèses sur un sujet bien identifié entre plusieurs équipes complémentaires d'au moins deux laboratoires et un (ou plusieurs) industriel(s). Les financements des thèses seront assurés, à parts égales entre la Région, le laboratoire concerné et l'industriel.

THEMATIQUES DES CLUSTERS «RECHERCHE»

- 1 - Microélectronique, nanosciences et nanotechnologies
- 2 - Informatique, signal, logiciels embarqués
- 3 - Maîtrise de la durée de vie des matériaux et des structures (MACODEV)
- 4 - Gestion et organisation des systèmes de production et de l'innovation
- 5 - Chimie durable (procédés et environnement) et chimie pour la santé (molécules bio-actives)
- 6 - Environnement (déchets, eau et milieux aquatiques, biodiversité, risques naturels et industriels, santé et environnement)
- 7 - Energies renouvelables, efficacité énergétique (incluant les aspects techniques, économiques et sociaux) (solaire, biomasse, hydrogène, gestion des réseaux et implications sociétales)
- 8 - Transports, territoires et société (aménagement du territoire, sécurité et transports, véhicules)
- 9 - Qualité des plantes, agricultures, acteurs et territoires
- 10 - Infectiologie, immunologie, oncologie
- 11 - Handicap, vieillissement, neurosciences
- 12 - Dynamiques sociales et territoriales (exclusions et intégration ; espaces et modes de vie : rural, périurbain, villes)
- 13 - Cultures, patrimoine et création
- 14 - Enjeux et représentations de la science, de la technologie et de leurs usages

Le cluster Matériaux MACODEV

Le Cluster MACODEV rassemble des laboratoires de recherche et des partenaires industriels autour des notions de « Matériaux et Conception pour un Développement Durable ». Il a pour but de favoriser les synergies potentielles entre les nombreuses équipes de la Région, qui bien qu'ayant pour la plupart de nombreuses collaborations bilatérales, n'ont pas eu l'opportunité de mettre en œuvre des projets communs. Outre la dynamique ainsi créée, engendrée par la mise en commun de savoir-faire complémentaires entre communautés scientifiques, la mutualisation de moyens lourds, fédérés sous forme de plateformes devrait contribuer à rendre les actions de recherche plus efficaces, mieux ciblées et à en diffuser plus facilement les résultats génériques. La démarche d'intégration des disciplines complémentaires comme la science des matériaux, la physique et la chimie, la mécanique et la conception, dans un ensemble s'intéressant aussi bien aux polymères qu'aux céramiques ou aux métaux, donnera à la région Rhône-Alpes un atout important dans le développement des solutions «matériaux et structures» requises par les exigences du développement durable.

7 thèmes de recherche ont été retenus pour ce cluster :

- 1. Durabilité des matériaux et des structures**
- 2. Procédés d'élaboration et de mise en forme - Défectologie**
- 3. Systèmes hétérogènes et effet - Nano-structuration**
- 4. Surfaces**
- 5. Interaction matière inerte/vivant (santé, adhésion cellulaire)**
- 6. Matériaux et structures sous conditions extrêmes**
- 7. Conception et «Materials by Design»**

Le cluster MACODEV est piloté par M. CAVAILLE du laboratoire GEMPPM¹ de l'INSA de Lyon et regroupe une quarantaine de laboratoires. Il dispose d'un site Internet (www.macodev.fr) qui joue également le rôle de plate-forme d'échanges pour les partenaires des différents projets.

L'ARAMM est intégrée au bureau du cluster MACODEV dans lequel elle joue un rôle de conseil, d'orientation et de mise en relation avec les industriels.

D'autre part, l'ARAMM a également entrepris des actions auprès des industriels permettant d'identifier des sujets de recherche potentiels. Cette démarche permet de générer des projets innovants, pouvant être traités par des clusters de recherche, à partir des besoins de l'industrie. L'ARATEM, le Pôle Productique et Thésame sont engagés dans la même démarche pour leurs thématiques respectives.

¹ GEMPPM : Groupe d'Etude de Métallurgie Physique et de Physique des Matériaux

Matériaux et systèmes pour la maîtrise de l'acoustique

D O S S I E R T E C H N I Q U E

Rythmant nos activités quotidiennes, le bruit fait partie de notre environnement familial, mais il peut aussi prendre la forme d'une pollution insidieuse. Camions, voitures, trains, avions, machines... de l'harmonie des sons à l'enfer de la nuisance sonore, il n'y a souvent que quelques décibels. Selon les sondages, plus de 40 % des français se déclarent gênés par le bruit à leur domicile. Les principales causes de ce trouble sont les bruits liés aux transports et les bruits de voisinage. Sur le lieu de travail, de nombreux salariés sont également exposés à des niveaux sonores désagréables voire gênants.

Il existe, aujourd'hui, plusieurs méthodes **pour lutter contre le bruit**. Des ensembles **de matériaux** sont développés pour arrêter ou absorber les bruits provenant de différentes sources. On voit également apparaître **des systèmes de contrôle actif** qui consistent à annuler la nuisance sonore par l'émission d'une onde inverse.

Au niveau industriel, **la maîtrise du bruit** concerne de nombreux secteurs que ce soit pour la réduction du bruit dans les ateliers de fabrication ou encore pour le contrôle des émissions sonores et la « signature acoustique » des produits mis sur le marché.

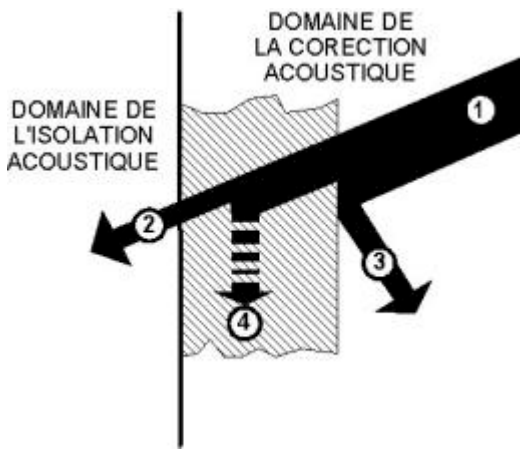
Le bruit des sons

Le bruit est un mélange de sons, ayant chacun leur fréquence et leur niveau sonore. Les niveaux sonores sont exprimés en décibels (dB). Notre confort journalier correspond à environ 35 dB. L'augmentation du niveau sonore se mesure de façon logarithmique. Une augmentation de 3 dB revient à multiplier le nombre des sources de bruits identiques par deux (deux sources identiques de 50 dB fournissent 53 dB). Pour une augmentation du niveau sonore de 10 dB, il faut multiplier la pression sonore par dix. Par contre, l'oreille humaine perçoit les choses différemment : pour une augmentation sonore de 10 dB, nous ne percevons qu'une multiplication du bruit par deux. Cela signifie que pour améliorer sensiblement l'isolation acoustique, il est nécessaire de diminuer le niveau sonore d'au moins 10 dB.

Le signal sonore étant une vibration de l'air, il se transmet par tout ce qui peut entrer en vibration. Mais, toutes les fréquences ne se transmettent pas de la même façon. Les aigües sont absorbées aisément par des matériaux minces. Les médiums et les graves se transmettent plus facilement et les fréquences d'extrême grave sont très difficiles à arrêter car leurs très grandes longueurs d'onde et leur grande énergie se propagent même dans des structures lourdes.

Les sons peuvent être réfléchis ou absorbés par les matériaux qu'ils rencontrent sur leur trajectoire. **Les matériaux réfléchissants** sont généralement les matières dures telles que le verre, le métal, le carrelage ou le marbre. En milieu fermé, les réverbérations du son sur ces matériaux peuvent provoquer une résonance importante et une impression sonore désagréable. Le son peut également être absorbé par des matériaux qui vont dissiper une partie de l'énergie sonore sous forme de chaleur. **L'absorption** est caractérisée par le coefficient d'absorption acoustique du matériau. Ce coefficient est défini par le rapport entre la puissance absorbée et la puissance incidente. Il varie, entre autres, avec la fréquence et l'angle d'incidence de l'onde sonore. Lorsque le son n'est pas absorbé, il peut entraîner la vibration du matériau et se propager dans celui-ci et via d'autres structures adjacentes.

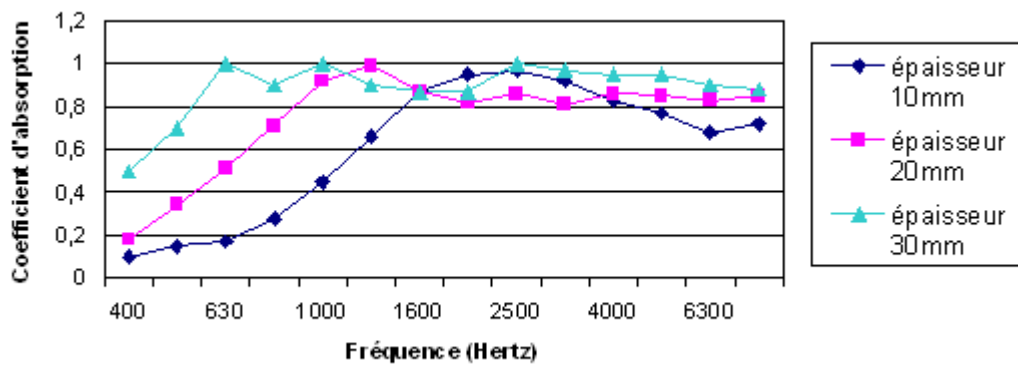
On distingue deux notions différentes : l'isolation acoustique et la correction acoustique. **L'isolation acoustique** consiste à réduire l'intensité du bruit venant de l'extérieur, ou du bruit émis de l'intérieur vers l'extérieur. **La correction acoustique** diminue les réflexions parasites des émissions sonores, mais ne supprime pas les bruits extérieurs et n'empêche pas les sons intérieurs de sortir.



- 1 : énergie sonore incidente,
- 2 : énergie transmise,
- 3 : énergie réfléchie,
- 4 : énergie absorbée dans le matériau acoustique

Des matériaux pour maîtriser le bruit

La maîtrise du bruit passe par l'utilisation de matériaux absorbants. Ces matériaux peuvent présenter **une structure fibreuse ou alvéolaire**. On trouve notamment des laines de verre, des fibres de cellulose, des laines de roche, du bois, des briques, des mousses polymères... Le coefficient d'absorption de ces matériaux dépend de leur densité, de leur épaisseur et de la taille des pores, dans le cas des mousses. Il varie également avec la fréquence du son (voir graphe 1). Il est possible en utilisant plusieurs types d'absorbants de cumuler leurs avantages et d'obtenir un coefficient d'absorption optimal sur une large gamme de fréquence



Graphe 1 - Coefficient d'absorption pour plusieurs épaisseurs de mousse polyuréthane (30 kg/m³) en fonction de la fréquence.

Les matériaux absorbants fibreux ou alvéolaires peuvent être utilisés seuls pour améliorer la qualité sonore intérieure (correction acoustique). Pour une isolation acoustique, il est conseillé de les associer à d'autres types de matériaux afin de créer un système masse – ressort – masse. Selon la loi des masses la qualité de l'isolation acoustique est directement proportionnelle au poids du matériau isolant. Le plomb est un bon isolant acoustique mais son utilisation pose certains problèmes liés notamment à sa densité. Les systèmes masse-ressort-masse permettent une bonne isolation avec un poids réduit. Ils sont composés de deux couches de matériaux denses (masse) séparés par un matériau isolant (ressort). Sous l'action des ondes sonores, la première couche vibre et transmet ces vibrations au matériau isolant (laine ou mousse). Ce matériau se comporte comme un ressort souple et amortit les vibrations qu'il transmet de manière fortement atténuée à la seconde couche. L'effet de couplage entre les deux couches contribue à dissiper l'énergie de l'onde sonore initiale au sein du matériau absorbant, qui joue le rôle d'amortisseur. Les matériaux utilisés comme masses sont, en général, des polymères ou élastomères chargés.

Il existe un grand nombre de structures isolantes disponibles sur le marché. A titre d'exemple, on trouve notamment les produits suivants :

- Complexes adhésifs structurés** : Ce type de complexe est composé d'une mousse polyuréthane alvéolée (50 mm), qui évite la propagation de l'onde sonore, d'une couche lourde à base de PVC chargé, qui apporte une augmentation de l'indice d'isolation phonique et d'une mousse ressort (3mm) qui accentue le phénomène de couple visco-élastique. Il est utilisé pour l'insonorisation des carters, enceintes et capotages entourant une source sonore. La partie absorbante (mousse) diminue la réflexion des ondes sonores, tandis que la partie amortissante (masse visco-élastique) atténue le rayonnement des bruits d'origine vibratoire et augmente le facteur d'isolation par l'apport de masse.

D'autres structures du même type peuvent être réalisées avec de la fibre de verre comme matériaux absorbant et une couche d'élastomère chargé avec, par exemple, un fin granulat de baryte comme matériau « lourd ».



Complexe isolant phonique
Source : Isophonix



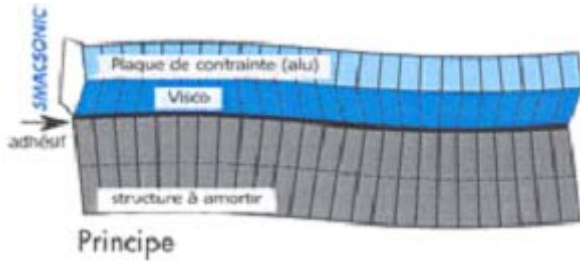
Complexe adhésif structuré

- Composites barrières** : ces structures sont composées d'une couche barrière en polymère vinylique chargé et d'une couche absorbante constituée d'un matelas en fibres de verre enveloppé dans un film d'aluminium. Les ondes sonores sont absorbées par les fibres de verre puis bloquées par la barrière en polymère. Les ondes réfléchies sur la couche barrière sont également dissipées par les fibres de verre. Ces composites sont utilisés dans les applications nécessitant un contrôle des réverbérations et une diminution de la transmission des sons.



Barrière acoustique
Source : Kinetics

- Revêtement visco-contraint** : ce produit est composé d'une plaque de contraint en aluminium de 0,5 mm d'épaisseur collée sur un matériau visco-élastique d'épaisseur voisine de 1 mm. L'ensemble est revêtu, côté visco-élastique, d'une feuille adhésive double face. Ce système est destiné à réduire les vibrations et le bruit induit créés par une structure. Les vibrations de la structure vont créer des contraintes de cisaillement dans le matériau visco-élastique pris en sandwich. Ces contraintes entraînent des pertes mécaniques dans le matériau et donc un amortissement des vibrations.



Revêtement visco-contraint
Source : SMAC

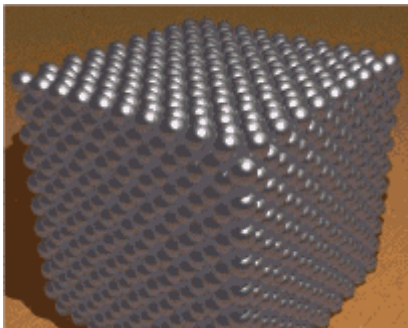
Les produits proposés sur le marché présentent de bonnes performances au niveau de l'isolation acoustique. Cependant, il est souvent difficile de proposer une solution standard à un problème donné. Plusieurs paramètres sont à prendre en compte : fréquence, intensité sonore, environnement, architecture, effet recherché... La complexité de la science acoustique impose souvent de recourir aux services d'un acousticien sous peine d'investir dans des équipements inadaptés.

Des « matériaux métalliques alvéolaires » pour des moteurs d'avions silencieux

Des équipes de recherche de l'ONERA, du CNRS et de l'INPG-ENSEEG - M. BRECHET - ont développé un nouveau type de matériaux métalliques alvéolaires destinés à absorber le bruit des moteurs d'avion et répondant aux cahiers des charges draconiens de l'industrie aéronautique. Les matériaux utilisés pour la réalisation de tuyères silencieuses (voie d'éjection des gaz de combustion) doivent posséder de nombreuses propriétés. Ils doivent bien sûr absorber le bruit mais aussi être résistants aux hautes températures et posséder de bonnes propriétés mécaniques.

Or, propriétés acoustiques et tenue mécanique sont généralement incompatibles. L'onde sonore doit, en effet, pouvoir pénétrer dans les matériaux absorbant le bruit, ce qui nécessite des pores ouverts. Au contraire, pour qu'un matériau soit suffisamment rigide, les pores doivent rester cloisonnés. L'ONERA a trouvé la solution pour combiner les deux : *fabriquer des sphères vides, dont les parois sont perforées, et les empiler comme des oranges sur l'étal de l'épicier*. Cet empilement de sphères peut s'avérer suffisamment solide pour constituer le cœur d'une structure sandwich, à condition d'en contrôler parfaitement la composition et l'empilement. L'alliage métallique utilisé est un « superalliage » connu pour sa dureté et sa résistance à la chaleur (jusqu'à 1000 °C). Il reste maintenant à souder ces billes creuses et à vérifier qu'elles se comportent comme les simulations informatiques le prévoient.

Les moteurs silencieux ne sont pas les seules applications envisagées pour ces billes creuses. Elles sont également très efficaces pour absorber les chocs, et pourraient remplacer les structures en nid d'abeilles dans les panneaux absorbeurs d'impacts.



Un bloc de « matériaux métalliques alvéolaires » anti-acoustique est constitué d'un empilement de sphères soudées entre elles (3 mm de diamètre)

Le bruit dans l'automobile : nuisance et signature

L'acoustique est au centre des préoccupations des constructeurs automobiles. Depuis de nombreuses années, ils travaillent à l'amélioration du confort auditif des occupants des véhicules qu'ils commercialisent. Ce confort auditif est évidemment un argument de vente et un élément important de différenciation des véhicules par rapport à la concurrence. D'autre part, si on considère l'aspect sécuritaire, le bruit est l'une des premières causes de fatigue sur les longs trajets.

Il existe plusieurs sources de bruit au sein du véhicule. La première provient du moteur qui transmet des vibrations par l'intermédiaire de ses fixations au reste de la structure. Les phénomènes d'admission et d'échappement s'apparentent à des aspirations et des expirations dans des tuyaux de faible diamètre. Ces émissions sonores se rapprochent de celles d'instruments à vent et déterminent directement la « musicalité » du bruit du moteur.

Une autre source de bruit réside dans les roulements ; les vibrations et les tressautements des roues sur la chaussée remontent aussi dans l'habitacle. Ces émissions sonores sont fonction notamment du type de revêtement routier et des pneus utilisés.

La troisième source de bruit est due à l'air dans lequel le véhicule se déplace. Selon son profil, la carrosserie produira des turbulences et des filets d'air apparaîtront autour des points saillants (rétroviseurs, antennes, barres de toit, jointures de portières...). Enfin, des équipements dits de confort (essuie-glaces, ventilation) viennent également apporter leur contribution au bruit régnant à l'intérieur de l'habitacle.

Aujourd'hui, de nombreuses méthodes permettent de diminuer efficacement les différents sons émis par une automobile en circulation aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de celle-ci :

- Les silencieux d'échappement : ils sont constitués en général d'un ensemble de tubes créant des ondes de pression réfléchies qui interfèrent avec les ondes d'origine ou bien les annihilent.
- Les pièces en caoutchouc : le caoutchouc, ayant de bonnes propriétés d'isolation phonique et d'absorption des vibrations, sert à la fabrication de joints et isolants phoniques divers.
- L'isolation phonique des accessoires intérieurs du véhicule : les tableaux de bord, par exemple (qui isolent l'habitacle du compartiment moteur) ou bien les tapis de sol (qui réduisent le bruit de la route) sont généralement composés soit de plastique, pour bloquer les sons, soit de fibres textiles, pour les absorber.
- La modification de pièces et dispositifs proches du moteur (engrenages, arbres de transmission).
- L'aérodynamique des véhicules : à l'origine étudiée pour son rapport avec la consommation de carburant, les considérations acoustiques prennent maintenant une importance considérable dans les travaux d'optimisation de l'aérodynamique des véhicules.

Les constructeurs automobiles explorent différentes pistes pour réduire le niveau sonore dans les véhicules. Le moteur, principale source sonore, est l'objet de tous les efforts. Une des méthodes les plus courantes consiste à l'encapsuler dans une mousse absorbante. Mais, un agencement judicieux des composants à la périphérie du moteur peut jouer le même rôle. Mercedes, sur son modèle Maybach, a positionné le filtre à air au-dessus du moteur, ce qui permet d'absorber une partie des vibrations émises. Par ailleurs, les mouvements acycliques du moteur sont transmis à l'embrayage et provoquent des cliquetis dans la boîte de vitesse. Renault a développé pour la Vel Satis et le nouvel Espace un système qui absorbe les vibrations de la boîte. Ce système nommé «multi layer energy absorber» est composé d'une lamelle souple en matériau composite bitumeux qui est couplée à une masselotte dont la masse (environ 200 g) et la position permettent de caler le système sur la fréquence visée.

Grâce aux progrès accomplis dans la maîtrise de l'acoustique au sein des véhicules, les constructeurs et équipementiers s'intéressent de plus en plus au design sonore, qui permet de faire coïncider l'identité sonore du véhicule avec son positionnement marketing. Pour cela, les critères subjectifs du client doivent être analysés et objectivés afin de maîtriser la qualité acoustique du produit proposé. Malgré la puissance des outils de conception, la maîtrise des émissions sonores d'un véhicule n'en est qu'à ses débuts. Le nombre de composants assemblés est si important qu'il est difficile de prévoir, avant la fabrication, quelle sera l'identité sonore d'un véhicule.

Aujourd'hui, l'ingénierie acoustique fait appel aux tests et à la simulation afin d'anticiper au maximum les interactions sonores. L'industrie automobile peut notamment s'appuyer sur le Centre d'Essais Vibro-Acoustique pour l'Automobile qui possède des moyens d'essais et une expertise dans la maîtrise des vibrations et de l'acoustique.

Le contrôle actif : une autre façon de gérer les nuisances sonores

En général, les dispositifs de réduction passive du bruit sont adaptés aux hautes et moyennes fréquences (supérieures à 500 Hz), mais deviennent lourds et peu pratiques aux basses fréquences, car ils doivent alors être plus épais et plus denses. Les solutions actives consistent à annuler ou atténuer un bruit par un anti-bruit et sont plus adaptées aux basses fréquences. Les principes de base du contrôle actif sont simples. A l'aide de capteurs, on détecte la présence, la nature et le niveau d'une vibration, et on lui superpose, par l'intermédiaire d'un haut parleur, une onde de même nature en fréquence et en amplitude, mais en opposition de phase. Dans la pratique, la réalisation de tels systèmes est beaucoup plus complexe et fait appel à des technologies de pointe notamment au niveau du traitement du signal.

Un des facteurs déterminants dans le contrôle actif est **la connaissance de la perturbation que l'on souhaite annuler**. Le principe de contrôle actif implique, en effet, que l'on puisse mesurer ou prédire à chaque instant l'état du champ acoustique à proximité du haut-parleur de contrôle. Pour cela, on utilise généralement un microphone ou tout autre capteur de pression ou de vibration. Selon la place du microphone par rapport au sens de propagation de la perturbation, le problème sera différent :

- Si le microphone est placé **en amont du haut-parleur** de contrôle, le signal de référence fourni par ce microphone permet d'anticiper quel sera l'état du champ acoustique aux alentours du haut-parleur quelques instants plus tard. Un microphone d'erreur est utilisé pour vérifier la qualité du contrôle. On parle alors de **contrôle feedforward**.
- Si le microphone est placé **en aval du haut-parleur** de contrôle, le signal d'erreur fourni par le microphone permet de déduire l'état du champ acoustique aux alentours du haut parleur quelques instants auparavant. Il est ensuite possible de prédire l'état futur du champ acoustique à proximité du haut-parleur, sous certaines conditions de déterminisme et de stationnarité de la perturbation sonore. On parle dans ce cas de **contrôle feedback**.

La technologie du contrôle actif en acoustique est en théorie applicable à de nombreux domaines. Cependant, l'accessibilité à ses systèmes est économiquement lourde et souvent réservée à des secteurs particuliers tels que l'aérospatiale ou l'armée. Actuellement les casques anti-bruit et les systèmes pour les gaines de ventilation demeurent les seuls produits de contrôle actif fabriqués en grande série.



Casque anti-bruit avec contrôle actif

La société TechnoFirst s'est spécialisée dans le développement et la fabrication de produits à contrôle actif. Les casques anti-bruit qu'elle propose sont équipés, au niveau de chaque coquille, d'un haut-parleur qui émet le contre bruit en opposition de phase avec le bruit extérieur, de telle sorte qu'à l'entrée du conduit auditif le bruit s'annule.

La société TechnoFirst a également mis au point un dispositif pouvant être intégré dans l'appui-tête des fauteuils d'avion et qui crée une zone à l'intérieur de laquelle les bruits sont fortement réduits ; certaines fréquences passant de 85 à 45 dB. Des études concernant les silencieux actifs pour pot d'échappement sont également réalisées par cette société.

Les murs anti-bruit : isolation passive ou contrôle actif ?

Le bruit extérieur résultant des moyens de transport, notamment automobile, apparaît comme la nuisance la plus largement ressentie par la population. Il s'agit le plus souvent de basses fréquences difficiles à arrêter. Depuis une quarantaine d'années, différentes solutions passives ont été développées pour réduire ces nuisances sonores, telles que les enrobés phoniques et les murs anti-bruit.



Mur anti-bruit en brique
Source : www.terreal.com



Le mur anti-bruit joue le rôle de barrière et arrête la propagation directe du son. Son objectif est de réduire le bruit et également d'offrir aux riverains un cadre esthétique amélioré. Différentes matières peuvent être utilisées pour sa réalisation : le bois, le béton de bois, le métal, les plastiques transparents, le verre.... Le choix du matériau dépend de multiples contraintes : les caractéristiques acoustiques, le coût, le projet architectural, les contraintes d'entretien, l'esthétique. Sur le plan technique, on trouve deux grands types de panneaux : les murs absorbants et les murs réfléchissants. Ces derniers nécessitent un peu plus d'espace dans leur mise en œuvre, car il faut les incliner vers le ciel pour renvoyer le bruit sans risque de retour. Une étude acoustique tenant compte de tout l'environnement est nécessaire afin de déterminer, en fonction de la distance des habitations à protéger, la taille et l'épaisseur du mur.

Depuis quelques années, des travaux sont effectués sur l'utilisation du contrôle actif pour la réalisation d'écrans acoustiques. La mise au point d'écrans actifs se heurte à un certain nombre de problèmes. Les sources de bruit sont, en effet, multiples, mobiles et inconnues a priori. Ces difficultés sont accentuées par le fait de se trouver en extérieur, avec de larges fluctuations de température et de vitesse du vent. Le nombre de sources secondaires (haut-parleur) nécessaires sont de deux à trois par longueur d'onde pour qu'un écran antibruit actif ait le même effet qu'un écran passif. Les écrans actifs sont donc difficilement utilisables pour des bruits large bande et ont un intérêt uniquement pour les bruits intenses à basse et très basse fréquence.



Figure 1 : L'écran actif de Lyon St Exupéry

La figure 1 montre un dispositif anti-bruit installé à proximité de l'aérodrome de Lyon Saint Exupéry. Un premier microphone reçoit le bruit en provenance des pistes et fournit un signal de référence pour les sources secondaires disposées derrière. La réduction du bruit sur les microphones situés en aval permet, par l'intermédiaire d'algorithmes de contrôle, d'obtenir, derrière l'antenne, une zone où le bruit est atténué dans la bande 50-300 Hz.

Les écrans actifs constituent un thème de recherche intéressant avec de nombreuses difficultés théoriques et pratiques à surmonter. En l'état actuel des connaissances et de la technologie, l'étroitesse de la bande de fréquence où leur apport est réel, font qu'ils ne constituent pas, pour le moment, la réponse aux nuisances sonores en tout genre.

Aéronautique : mobilisation contre le bruit

Six grands acteurs français de la recherche et de l'industrie aéronautique se mobilisent sur un **programme de recherche afin de réduire les nuisances sonores** pour les riverains d'aéroports.

Le CNRS, l'ONERA et les constructeurs Airbus, Dassault Aviation, Eurocopter, Snecma SA viennent de signer l'**Initiative de Recherche pour l'Optimisation acoustique Aéronautique (IROQUA)**. Leur objectif est d'orienter, soutenir et assurer la cohérence de la recherche pour réduire les nuisances sonores engendrées par les avions. Un objectif de **réduction du bruit** a été fixé à 10 décibels en moins autour des aéroports d'ici 2020 par l'Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE).

Les chercheurs et ingénieurs vont utiliser deux approches. La première consistera à réduire le bruit à la source, en travaillant sur les configurations et les formes des avions, les moteurs, les équipements et les matériaux utilisés. Ce volet sera au cœur du projet IROQUA. La seconde approche portera sur les procédures de vol et les trajectoires à faible bruit.

Ces recherches contribueront notamment à contenir les nuisances sonores au périmètre des aéroports, comme le préconise l'ACARE.

Source : Industrie et Technologies

Une nouvelle réglementation pour le bruit au travail

Le bruit est une cause de perturbation pour l'individu au travail : non qualité, fatigue, stress. C'est également un cofacteur d'accident. La réglementation relative au bruit sur les lieux de travail va subir une évolution significative avec la directive 2003/10/CE, qui doit être transposée en droit français avant le 15 février 2006, sans période transitoire. Cette directive prévoit, entre autres, une baisse de l'exposition quotidienne au bruit de 5 dB(A) (pondération A du décibel tenant compte de la sensibilité de l'oreille). Il apparaît également la notion d'exposition à la semaine, ainsi que l'ambiance sonore des lieux de repos. L'accent est mis sur la prévention par, dans un premier temps, la suppression de la cause du bruit, ensuite, la réduction de l'exposition en elle-même par l'emploi d'écrans et de capotages absorbants et, en dernier lieu, le recours aux protections individuelles.

Les Compétences en Acoustique (liste non exhaustive) :

CENTRE ACOUSTIQUE du LMFA (ECOLE CENTRALE DE LYON)

36, avenue Guy Collongue, BP 163, 69131 Ecully cedex - Tél : 04 72 18 61 60 - Fax : 04 78 64 71 45.

Contact : Daniel JUVE - Mél : daniel.juve@ec-lyon.fr - Site : <http://acoustique.ec-lyon.fr>

CETIM, Ingénierie bruit et vibrations

BP 80067, 60304 Senlis Cedex

Contact : Gilles BASTIDE - Tél : 03 44 67 36 82 - Mél : gilles.bastide@cetim.fr - Site : www.cetim.fr

C.E.V.A.A. (Centre d'Essais Vibro-Acoustique pour l'Automobile)

Technopôle du Madrillet, 2, rue Joseph Fourier, 76800 St Etienne de Rouvray

Tél : 02 32 91 73 50 - Fax : 02 32 91 73 59 - Site : www.cevaa.com

CSTB, Département acoustique et éclairage - 24 rue Joseph Fourier - 38400 Saint Martin d'Hères

Contact : Jacques MARTIN - Tél : 04 76 76 25 44 - Mobile : 06 60 57 17 41 - Mél : j.martin@cstb.fr -

Site : www.cstb.fr

GENIE ACOUSTIQUE, Centre commercial « Les Marronniers », 69270 Fontaines sur Saone.

Tél : 04 78 23 27 88 - Fax : 04 78 23 82 18 - Site Internet : www.genie-acoustique.com

LABORATOIRE VIBRATIONS ET ACOUSTIQUE - INSA

Bâtiment St Exupéry, 20 avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex.

Tél : 04 72 43 80 80 - Fax : 04 72 43 87 12.

Contact : Jean-Louis GUYADER - Mél : jean-louis.guyader@insa-lyon.fr

VIBRATEC, 28 chemin du Petit Bois, BP 36, 69131 Ecully Cedex.

Tél : 04 72 86 65 65 - Fax : 04 72 86 65 66 - Site Internet : www.vibratec.fr

Centre des Matériaux de Grande Diffusion

Les plastiques et le feu

Comment limiter l'inflammabilité des matières plastiques ?

L'utilisation croissante des matières plastiques et des composites dans notre environnement pour des applications toujours plus exigeantes, conduit à s'intéresser de plus en plus à leur durabilité et particulièrement à leur résistance thermique et à leur inflammation.

Les matières plastiques se dégradent en produisant des substances volatiles conduisant à l'inflammabilité du matériau. L'objectif des retardateurs de flamme est d'agir positivement sur tout un ensemble de caractéristiques (inflammabilité, auto-extinguibilité, propagation de la flamme, énergétique du processus, composition et opacité des fumées...) sans nuire aux propriétés fonctionnelles ou d'usage du matériau (propriétés mécaniques, résistance aux vieillissements, aspect...).

Les retardateurs de flamme peuvent être de type réactifs (élaborés de manière analogue au polymère et chimiquement compatibles avec lui) ou additifs. Dans ce dernier cas, ils sont mélangés aux polymères lors d'opérations de compoundage par extrusion bi-vis ou mélangeur interne. Les taux d'incorporation peuvent varier entre quelques pourcents et jusqu'au-delà de 60 % en masse.

L'évolution actuelle des retardateurs de flamme

Dominés par l'utilisation de minéraux industriels hydratés puis par des composés halogénés, les retardateurs de flamme apparaissent actuellement beaucoup plus diversifiés. L'évolution tend à privilégier des systèmes :

- à plusieurs composants agissant par différents modes d'action produisant des synergies génératrices de performances accrues (ex : systèmes intumescents),
- respectueux de l'environnement par une toxicité limitée des produits de dégradation et l'aptitude au recyclage des formulations.

Ces évolutions s'accompagnent d'un intérêt renouvelé envers des minéraux industriels naturels ou synthétiques, éventuellement modifiés par des processus interfaciaux et possédant ou non des dimensions nanométriques (argiles, silices...).

Programme de recherche

Les travaux menés à l'École des Mines d'Alès (EMA) concernent :

- la valorisation de minéraux industriels naturels ou synthétiques dans des systèmes retardateurs de flamme multicomposants (ex : talcs dans le PP ou l'EVA),
- l'optimisation des compositions dans les systèmes multicomposants et la recherche de synergies mettant notamment en œuvre des particules comportant des dimensions nanométriques,
- la maîtrise de l'incidence de traitements de surface des composants sur les performances des systèmes retardateurs de flamme et sur les relations entre comportement au feu et propriétés mécaniques.



Source : EMA

Principaux secteurs industriels concernés

- industrie extractive et chimie minérale et organo-minérale fine,
- plasturgie (semi-produits et transformation),
- matériels électriques, informatiques, électroniques et électrotechniques,
- transport, aéronautique,
- bâtiment, habitat.

Animation technologique sur les plastiques et le feu

Afin de faciliter les échanges entre acteurs concernés par le comportement au feu des matières plastiques, le Centre des Matériaux de Grande Diffusion (CMGD) de l'Ecole des Mines d'Alès, organise régulièrement des animations technologiques sur les thèmes suivants :

- les marchés et les besoins de l'industrie, aspects scientifiques, techniques et industriels,
- développement de nouveaux systèmes retardateurs de flamme,
- normalisation,
- aspects toxicologiques et environnementaux,
- utilisation de systèmes retardateurs de flamme dans les différents secteurs industriels

Des techniques et équipements adaptés

- réalisation de compounds et éprouvettes de matières plastiques avec retardateurs de flamme,
- granulométrie et texture des constituants des systèmes retardateurs de flamme,
- essais de comportement au feu (Cône calorimètre, LOI, épiradiateur, fil incandescent, UL 94,...),
- analyse des mécanismes d'action des retardateurs de flamme par analyse thermique couplée IRFT,
- caractérisations microstructurales des constituants, matériaux et résidus (MEB environnemental et haute résolution-microanalyse, diffraction X avec four et détecteur rapide pour suivi de réactions,
- évaluation des caractéristiques rhéologiques et mécaniques (état fondu/état solide), traitements de surface.

Contacts :

Site Louis Leprince Ringuet - Avenue Jules Renard - 30100 Alès

- **Directrice** : Mireille FOULETIER - Tél. 04.66.78.56.30 - Mél : Mireille.Fouletier@ema.fr

- **Équipe Valorisation, matières premières, recyclabilité**

Animateur : José-Marie LOPEZ-CUESTA - Tél. 04.66.78.53.34.- Mél : Jose-Marie.Lopez-Cuesta@ema.fr

- **Equipe Formulation des matériaux**

Animatrice : Anne BERGERET - Tél. 04 66 78 53 44 - Mél : Anne.Bergeret@ema.fr

... Une date à réserver... !

L'Agence et l'EMA organisent, en partenariat avec le GFP, IFP, IFTH, SFC et d'autres collaborateurs , un colloque national sur **les polymères et le feu le 6 décembre 2005 à Lyon.**

Les objectifs de cette journée sont les suivants :

- **Présenter** les solutions actuelles et les derniers développements scientifiques et technologiques visant à améliorer le comportement au feu des différents types de polymères et composites,
- **Informé sur** l'évolution des normes et les aspects environnementaux liés au comportement au feu et aux retardateurs de flamme,
- **Fédérer les professionnels** concernés et les différents acteurs de la recherche oeuvrant dans les domaines de la dégradation thermique et de l'ignifugation des polymères.

Information complémentaire : Marie LEFEBVRE - Mél : marie.lefebvre@agmat.asso.fr

La transformation du magnésium et le développement d'hydrure de magnésium

La société MCP Technologies S.A. créée en 1995 par M. Michel JEHAN, ingénieur métallurgiste, est reconnue en Europe comme l'un des leaders dans la transformation du magnésium pur et des alliages de magnésium.

Le magnésium et ses alliages sont travaillés pour obtenir divers produits :

- Granules de magnésium purs ou alliés pour la désulfuration de la fonte en aciérie, en particulier pour les technologies de co-injection en poches (récipients) de métal liquide. Ces granules ont des réactivités adaptées à chaque application en aciérie (mélanges, cinétique d'injection, etc.)
- Granulés spéciaux pour l'injection et la production de pièces en alliages de magnésium telles des boîtiers de téléphones mobiles, d'ordinateurs etc.
- Poudres de magnésium pour la pyrotechnie, la chimie du polyéthylène, etc.
- Particules de magnésium de très haute pureté pour les industries chimiques, en particulier pour la préparation de « réactifs de Grignard ». Ces particules sont de morphologies et granulométries spécifiques pour les organomagnésiens à destination de la synthèse organique (fabrication de vitamines, de produits pharmaceutiques, d'arômes, etc).
- Poudres spéciales ultrafines de magnésium du type MgH_2 avec catalyseurs pour le stockage de l'hydrogène dans des réservoirs spéciaux et l'alimentation des piles à combustible, ou du type MgD_2 (Deutérium) pour des applications de laboratoire.



Un développement orienté vers l'énergie

Le développement est basé autour de deux axes principaux :

- VALTINIA concernant la préparation de nitrure d'alcalino-terreux pour la fabrication de batteries.
- HYSTORY (HYdrogen STorage in hYdrides for safe energy system) qui est un projet européen, mené en collaboration avec le CNRS de Grenoble, concernant, pour partie, la préparation d'hydrure de magnésium avec catalyseurs pour le stockage d'hydrogène.

Le problème majeur pour l'utilisation de l'hydrogène en tant que vecteur d'énergie est l'efficacité et la sécurité de son stockage. L'hydrogène peut être stocké sous phase gazeuse ou liquide. Cependant, ces deux techniques présentent plusieurs limitations, notamment l'énergie nécessaire pour les mettre en œuvre. Ainsi, pour comprimer de l'hydrogène à 35 MPa, 20 % de son énergie totale est consommée. Le stockage de l'hydrogène sous forme d'hydrure métallique semble intéressant, car il est sûr et présente une meilleure efficacité énergétique (pas de compression).

C'est cette dernière voie qui est développée. On peut diviser la mise en œuvre du stockage de l'hydrogène dans la poudre de magnésium en deux grandes étapes :

- La préparation de l'hydrure de magnésium dans un réacteur à hydruration sous pression et température.
- Le broyage de l'hydrure obtenu avec des catalyseurs métalliques sous haute énergie afin d'activer le magnésium pour améliorer les cinétiques d'absorption et désorption de l'hydrogène.



Réacteur à hydruration



Après des simulations numériques, permettant d'étudier différents paramètres liés au stockage de l'hydruve activé (contrôle de la température de la poudre, du débit du liquide de refroidissement ...), un prototype de réservoir a été mis en place au CNRS de Grenoble (voir ci-contre).

L'objectif est de pouvoir à terme alimenter en hydrogène une pile à combustible ou un moteur à explosion par exemple. En effet l'hydruve de magnésium activé étant léger et travaillant à des températures et pressions raisonnables (environ 250 °C et 10 Bar), il est possible d'envisager son utilisation dans des véhicules mobiles.

MCP TECHNOLOGIES S.A.

ZI Rue Vaucanson

26100 Romans

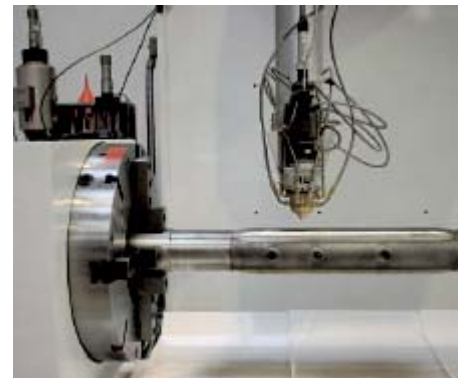
Tél : 04.75.70.75.50 - Fax : 04.75.70.75.51

Site Internet : www.mcp-technologies.com

Contact : info@mcp-technologies.com

Lasercarb, un nouveau procédé pour l'apport de matière dure

Le nouveau procédé Lasercarb, mis au point par les laboratoires de recherche et développement de TECHNOGENIA, se base sur la fusion par laser de poudres à base de nickel chrome et de carbure de tungstène pour réaliser l'apport de matière dure indispensable à la protection des pièces d'usure. Ce procédé n'affecte pas les grains de carbure, qui conservent ainsi toutes leurs qualités intrinsèques, tout en permettant de réaliser un dépôt métallurgiquement lié au métal de la pièce de base. Cette nouvelle technologie de rechargement s'adresse en premier lieu au forage pétrolier, aux fonderies, à l'industrie céramique, aux papeteries ou l'agroalimentaire, où elle présente un intérêt tout particulier.



Rechargement en carbure de tungstène sur un stabilisateur pour le forage pétrolier.

Un réseau mondial au service d'une technologie innovante.

Le principal atout du procédé Lasercarb réside dans le fait que le chauffage est extrêmement localisé. La fusion n'a lieu qu'au sein de la poudre et sur quelques centièmes de millimètres sous la surface du métal de la pièce. Ses déformations restent ainsi négligeables. En outre, ce procédé est particulièrement bien adapté au traitement d'aciers spéciaux. C'est le cas en forage pétrolier, entre autres, où les aciers amagnétiques utilisés sont difficilement soudables au chalumeau. Leur traitement ne pose, en revanche, aucun problème avec le procédé Lasercarb.

Une grande proximité pour une plus grande réactivité.

Technogénia dispose de deux sites sous licence et deux implantations Lasercarb en propre, la première à St-Jorioz, la seconde à Sheffield. De plus, pour être au plus près des installations pétrolières en Mer du Nord, Technogénia a récemment établi un partenariat avec la société anglaise LCT (Laser Cladding Technology), dotée d'un laser à diode.

TECHNOGENIA

ZA Les Marais

BP 151

74410 St-Jorioz

Tél. : 04 50 68 56 60 - Fax : 04 50 68 62 77

Site : www.technogenia.fr

La Veille Matériaux à l'Agence

SELECTION DE VIGIMAT

L'action VIGIMAT de l'Agence entre dans le cadre de sa mission d'appui technologique aux entreprises. Elle a pour objet de porter rapidement à la connaissance de ses adhérents les innovations matériaux susceptibles de les intéresser. L'envoi des VIGIMAT est ciblé selon les centres d'intérêt communiqués par les adhérents.

Un complément d'information sur l'innovation mentionnée dans le VIGIMAT peut être fourni par l'Agence sur simple demande. **Ce service est réservé exclusivement aux adhérents.**

La liste des VIGIMAT est disponible sur le site Internet : www.agmat.asso.fr. Les VIGIMAT sélectionnés :

Les polymères changent de couleur sous contrainte mécanique

Une équipe de chercheurs américains a développé des polymères changeant de couleur lorsque les contraintes mécaniques exercées sont proches du point de rupture de la pièce fabriquée avec ces polymères.

Cette variation de couleur, due à un colorant fluorescent composé d'un oligomère, est irréversible et ne se produit que sous sollicitations extrêmes.

Les cisaillements induits par la déformation mécanique modifient l'état de l'oligomère (forme agrégée ou non) qui émet alors une longueur d'onde différente sous UV.

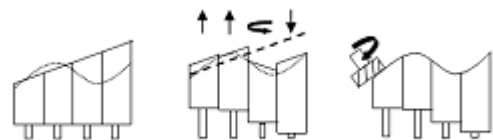
Des mélanges colorant-PE ou colorant PP ont déjà été mis au point.

Des travaux se poursuivent pour percevoir ce changement de couleur également dans le visible.

Ref : 903/ML

Une nouvelle technologie de fabrication de moules modulables permet de réduire les coûts de production

La société Surface Generation a développé une nouvelle technologie pour la fabrication de moules permettant de réduire les coûts de production. Cette technologie utilise des blocs ajustables permettant de créer rapidement, par addition ou soustraction, la surface du moule.



Cette technologie présente les avantages suivants :

- Elle permet de réduire les coûts de production notamment pour les petites séries
- Les moules peuvent être ré-utilisés pour d'autres pièces en créant une nouvelle surface rapidement
- Les moules peuvent être réalisés en métal, polymère ou céramique
- Elle permet des interactions rapides entre le design et la fabrication
- La consommation de matière pour la fabrication des moules est réduite

Les applications concernent divers secteurs : automobile, aéronautique, énergie, industrie navale, médical...

Ref : 893/CG

Un nouveau polymère hydrophile devient hydrophobe lorsqu'il est mouillé

Des chercheurs de l'Université de Virginie ont développé un nouveau polymère, à base de polyuréthane, qui est hydrophile lorsqu'il est sec et qui devient hydrophobe lorsqu'il est mouillé. Ce changement serait provoqué par un réarrangement des chaînes moléculaires en surface. Il est réversible par un simple séchage du polymère.

Les applications envisagées pour ce matériau se trouvent dans le domaine médical notamment pour l'analyse de fluides corporels et en microfluidique.

Ref : 901/CG

Agenda

11-13 Juillet 2005 : «COMPOSITES IN CONSTRUCTION» à Lyon

Conférence Internationale

Contact : L2MS- Université de Lyon 1 - Domaine Scientifique de la Doua - 82, bld Niels Bohr - 69622 VILLEURBANNE - Fax : 04.78.94.69.06

Souidi Samira - Mél : L2M@iutaL2M.univ-lyon1.fr - Site : <http://ccc2005.univ-lyon1.fr>

29 Août - 01 Septembre 2005 : «4th International Conference on Science, Technology and Applications of Sintering» à Grenoble

Contact : EMSE - Tél. : 04.77.42.00.83 - Fax : 04.77.42.02.49 - Mél : françois.valdivieso@emse.fr

12-14 Septembre 2005 : «IIMM'05 : INTERFACES & INTERPHASES IN MULTICOMPONENT MATERIALS» à Lyon

Contact : IIMM'05 Conference - LMM/IMP UMR 5627 CNRS INSA Lyon - Bât. Jules Verne - 69621 Villeurbanne - Tel : 04 72 43 84 02 - Site : www.IIMM2005.fr

12-16 Septembre 2005 : «JPC'05 : 11èmes Journées Polymères Conducteurs» à Batz-Sur-Mer

Contact : Site : www.cnrs-imm.fr/JPC05/

13-15 Septembre 2005 : «DIE CASTING - FONDERIE SOUS PRESSION 2005» à Paris

Salon et conférence technique

Contact : Fax : 01.46.21.10.63

18-23 Septembre 2005 : «33èmes Journées d'étude des polymères (JEPO)» au Bessat

Contact : Laboratoire de Rhéologie des Matières Plastiques, CNRS, UMR 5156 - Faculté des Sciences et Techniques, Université Jean Monnet - 23, rue du Dr Paul Michelon - 42023 Saint-Etienne Cedex 02

Mél : jepo33@univ-st-etienne.fr

20-22 Septembre 2005 : «FIST 2005» à Strasbourg

Salon référence de la sous-traitance industrielle sur le marché eurorégional rhénan

Contact : C'EST ENTENDU - 20, rue de Bouxwiller - 67000 Strasbourg - Tél. : 03.88.45.39.42 -

Fax : 03.88.45.39.43 - Adrien FOHRER - Mél : adrien@c-entendu.fr

25-30 Septembre 2005 : «13èmes Journées d'Etude sur l'Adhésion - JADH'2005» à Bollwiller

Contact : Société Française du Vide - 19, rue du Renard - 75004 Paris- Mél : sfv@vide.org

27-28 Septembre 2005 : «INTERCONEX 2005» à Grenoble

Contact : INTERCONEX - 49, rue Lamartine - 78035 Versailles - Tél. : 01.39.67.17.73 - Fax : 01.39.02.71.93

Mél : imaps.France@imapsfrance.org - Site : www.imapsfrance.org ou www.sansplomb.org

27-29 Septembre 2005 : «EUROCOAT 2005» à Lyon

Contact : ETAI/IDEXPO - 48-50, rue Benoit Malon - 94250 GENTILLY Cedex

Tél. : 01.41.98.40.30 - Fax : 01.41.98.40.70 - Mèl : llouveau@etai.fr - Web : www.eurocoat-expo.com

Directeur de Publication : Jean-Claude PREVOT

Comité de Rédaction : Christelle GALLET, Yves BERTAUD, Marie LEFEBVRE, Marie KERMARREC, Julien ROUSSET, Christophe ZELLER

Conception-Réalisation : Nelly TRONCHON

N°ISSN : 1634-5789