

Sciences et génie des matériaux



Les sociétés se sont toujours définies par les matériaux qu'elles maîtrisent et les techniques qu'elles utilisent pour leur donner une fonction. Ce qui était vrai à l'âge du Fer l'est tout autant aujourd'hui à l'âge du Silicium (nouvelles technologies de l'information et de la communication).

La maîtrise des matériaux, de leur élaboration, de leur mise en forme, de leurs propriétés est aujourd'hui, plus que jamais, au cœur du développement de nos sociétés : les nouveaux matériaux pour l'automobile qui permettent d'accroître la sécurité tout en allégeant le véhicule, la miniaturisation des microprocesseurs, les fils textiles "antiboulochage", les mâts des voiliers de la "Route du Rhum", les implants cardiaques...

L'élaboration et la mise en forme des matériaux représentent un secteur économique extrêmement important : de très grandes entreprises multinationales, mais également des PME extrêmement dynamiques. Les propriétés d'emploi des matériaux sont un enjeu décisif dans tout le secteur aval (automobile - aéronautique - électroménager - biens de consommation - électronique).

Au sein de l'option, les sujets traités concernent tous les types de matériaux, métaux et alliages métalliques, polymères, matières agroalimentaires, verres, céramiques, composites...

Les thèmes traités recouvrent la mise en œuvre, la micro-structure, les propriétés et les performances des matériaux. Certains sujets sont plus centrés sur l'analyse physico-chimique des matériaux, d'autres sur la simulation numérique de leur mise en œuvre et de leurs propriétés.

**Anne-Françoise GOURGUES, Jean-François AGASSANT,
Michel BELLET**

<http://www.mat.ensmp.fr/Enseignement/OptionSGM/>

Sciences et génie des matériaux

Lundi 2 et mardi 3 Juillet 2007 - Amphi Schlumberger (V107)

Lundi 2 juillet 2007

10h-11h

Etude de la déformabilité des revêtements de galvanisation sur acier



Rebecca
TOTH

Aujourd'hui, les aciers subissent de plus en plus de traitements de surface afin de modifier certaines de leurs propriétés. La galvanisation au trempé est un procédé qui permet de protéger l'acier de la corrosion à moindre coût. Après avoir été traitées, les bandes d'acier sont coupées puis déformées afin d'obtenir la forme finale recherchée. Le revêtement subit ainsi la même déformation que l'acier et doit donc résister à celle-ci sans fissurer afin de conserver ses propriétés protectrices.

On constate alors que la déformabilité de ces revêtements peut être influencée par différents traite-

ments (thermiques ou chimiques). Les modes de déformation de ces revêtements sont alors modifiés. Il est intéressant, afin d'optimiser l'efficacité de ces traitements, de comprendre les phénomènes induits lors de ceux-ci ainsi que lors de la déformation. Cette étude propose donc de comparer les modes de déformation avec ou sans traitement, afin de déterminer l'influence des traitements sur la déformabilité des revêtements.

ARCELOR RESEARCH (GAND, BELGIQUE)
CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)

11h-12h

Etude de nouvelles poudres sans plomb pour le brasage de composants électroniques



Lise
PERUCCHIETTI

La technique de brasage est largement utilisée pour l'assemblage de composants électroniques. Actuellement, Les industriels sont à la recherche de nouveaux alliages sans plomb. La solution actuelle se concentre sur les alliages SnAgCu (dits SAC, par exemple SAC305 pour Sn96.5Ag3Cu0.5).

Les inconvénients de ce changement sont d'une part un coût d'élaboration plus élevé et d'autre part de moins bonnes propriétés mécaniques : fragilité de la liaison, plus faible résistance au cyclage thermo-mécanique. Une voie d'amélioration privilégiée actuellement consiste à élaborer des poudres micro-alliées de façon à jouer sur certaines propriétés :

- propriétés intrinsèques du matériau,
- propriétés de la couche d'intermétallique à la liaison avec la plage d'accueil (brasure - circuit imprimé).

Ce principe est également mis en avant pour remettre en selle des solutions jusqu'ici abandonnées (SnZn, SnBi, SnAgBi, SnCu...). D'autre part, il apparaît que l'histoire de l'alliage (élaboration, resolidification, maintien en phase liquide) peut jouer sur les propriétés de la brasure, la structure de celle-ci étant liée à une cinétique de réaction.

L'étude a pour objet de comprendre les mécanismes métallurgiques mis en jeu lors de l'opération de brasage, mais surtout d'évaluer les méthodes d'élaboration et de préparation des alliages dans le procédé d'atomisation utilisé par la société IPS.

INDUSTRIE DES POUDRES SPHÉRIQUES, IPS (ANNEMASSE)
CENTRE DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX, EMP
(SOPHIA ANTIPOLIS)

12h-13h

Etude de la durée de vie par essais accélérés

Quels que soient leurs produits, les industriels se doivent d'estimer leurs durées de vie : que ce soit pour répondre aux spécifications des clients ou simplement les informer, prévoir le renouvellement ou éviter une surqualité qui engendrerait des coûts inutiles. L'étude de la durée de vie s'avère donc capitale à tous les niveaux.

Toutefois, il peut être très coûteux ou impossible de tester les produits en temps réel s'ils ont une durée de vie très longue, ou trop importante par rapport à l'évolution rapide du marché. Les essais accélérés permettent alors de pallier cette difficulté : l'idée est de faire subir au produit des contraintes plus

sévères que celles qu'il rencontrerait lors de son utilisation normale afin de le faire vieillir plus vite et ainsi d'estimer plus rapidement sa durée de vie. On comprend dès lors qu'une bonne connaissance des mécanismes mis en cause dans ce vieillissement est nécessaire pour modéliser correctement les essais accélérés.

Lors de ce stage chez Sagem plusieurs produits auront été étudiés en détail.

*SAGEM, GROUPE SAFRAN (GERGY PONTOISE)
CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*



**Anne-Laure
FLECKENSTEIN**

14h-15h

Optimisation des performances de purification de l'aluminium liquide

L'usine d'Aluminium Dunkerque (AD) produit des plaques d'alliages d'aluminium dont une grande partie est destinée à l'industrie des boîtes-boisson. Une telle application ne tolère que peu de défauts dans le métal en raison des risques de ruine à la mise en forme : laminage d'une plaque de 40 cm d'épaisseur en une tôle mince de 90 microns, emboutissage, remplissage des cannettes sous pression. La purification du métal à l'état liquide avant la coulée en plaques est alors une étape déterminante pour répondre à des exigences client de plus en plus draconiennes. En particulier, il faut maîtriser les teneurs en éléments alcalins (notamment sodium et calcium), en hydrogène dissous, et la présence d'inclusions (particules dures ou oxydes indésirables). Plusieurs procédés sont utilisés tout au long du processus de production afin de réduire la présence de telles impuretés ; l'étude présentée s'intéresse principalement au traitement « en-ligne » du métal par injection d'un mélange gazeux argon-chlore, entre la sortie du four d'élaboration et la coulée des plaques. La fonderie d'AD expérimente aujourd'hui la technologie Alcan (ACD) sur l'une de ses lignes

de coulée, en remplacement du procédé Pechiney (Alpur) utilisé précédemment. L'étude a pour objectifs de caractériser le fonctionnement de l'ACD dans les conditions d'exploitation propres à l'établissement de Dunkerque, puis d'en optimiser les performances. Elle comprend trois phases principales :

- 1) campagne de mesures et de prises d'échantillons afin de connaître les performances de l'ACD dans sa configuration actuelle, en fonction notamment de la nuance d'alliage et de la qualité du métal au four.
- 2) modification éventuelle de la stratégie d'injection du chlore (gaz actif) dans les 6 rotors de l'appareil grâce à l'installation d'un distributeur, en vue de réduire l'utilisation de chlore gazeux et de limiter la génération de chlorures indésirables dans le métal.
- 3) essais d'injection de sels $MgCl_2-KCl$ grâce à un dispositif prototype, dans l'espoir, à terme, d'éliminer l'utilisation de chlore gazeux dans la fonderie.

*ALCAN (DUNKERQUE)
ET CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*



**Héloïse
BAUMONT**

15h-16h

Le "Short Stroke Control" ou la maîtrise de la largeur des brames d'acier au train à chaud



Maxime
CARO

Le procédé de laminage de produits plats au Train à Bandes à chaud a pour objectif de réduire l'épaisseur des brames issues de la coulée continue mais aussi d'en changer la largeur de manière à satisfaire la commande du client.

Cette mise à largeur, effectuée par des cylindres d'axes verticaux (« edgers »), est suivie de réductions d'épaisseur importantes. Il en résulte une modification profonde de la géométrie de la brame qui est particulièrement marquée aux extrémités. On observe ainsi des variations de largeur importantes dans ces phases transitoires de l'écoulement du métal.

On observe de manière générale un profil de largeur, avec d'importantes variations aux extrémités. Les zones de sous-largeur doivent être chutées et les zones de sur-largeur représentent du métal en excès, donc un manque à gagner parfois important. L'optimi-

sation de ces deux phénomènes représente un enjeu économique qui, à l'échelle de la production du groupe Arcelor-Mittal, est de l'ordre de plusieurs millions d'euros par an.

Pour limiter ces pertes, les edgers sont déplacés transversalement au moment du laminage de la tête et de la queue de brame (short-stroke control). Cette technique est difficile à mettre en place et est généralement paramétrée de manière empirique par les opérateurs. L'objet de l'étude est de formaliser l'analyse de ces phénomènes à l'aide du logiciel éléments finis Forge2007® et de déterminer le déplacement des edgers qui permettra d'obtenir un profil de largeur optimal.

ARCELOR RESEARCH (MAIZIÈRES-LÈS-METZ) ET CENTRE DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX EMP (SOPHIA-ANTIPOLIS)

16h-17h

Etude de la tenue en fatigue des ressorts de suspension automobile en présence de corrosion



Yazid
IGUERCHA

Les suspensions automobiles, constituées de l'amortisseur et du ressort de suspension assurent la liaison au sol du véhicule. Ces suspensions doivent supporter d'importantes contraintes mécaniques, dans un environnement thermique et corrosif pouvant engendrer un vieillissement prématuré. L'objectif est de caractériser les performances de tenue en fatigue des ressorts de suspension provenant de différents fournisseurs équipant les véhicules du groupe PSA (pour les nuances "série") ainsi que de quantifier l'apport de nouvelles nuances enrichies en nickel, présentées comme fortement résistant à la corrosion (nuances "proto"). La caractérisation des performances des différentes nuances d'acier se fait à travers un essai mono-spire de tenue en fatigue réalisé sur le site de La Garenne.

Une première partie sera tout d'abord consacrée à l'étude de la tenue en fatigue des spires sans défaut dont les courbes de Wöhler constitueront une première base de données sur les propriétés mécaniques de ces ressorts. Cette partie permettra notamment une première comparaison des performances entre les nuances série et proto.

Ensuite, après avoir établi un protocole de vieillissement des spires (mode d'endommagement du revêtement, durée d'exposition au brouillard salin), une seconde partie consistera à établir les courbes

de tenue en fatigue des spires corrodées.

Les données expérimentales, rapportées à celle obtenues sur spires neuves nous fourniront dans un premier temps l'influence des piqûres de corrosion sur la tenue en fatigue des aciers, puis en comparant les nuances série aux nuances proto, l'apport des aciers au nickel en matière de résistance à la corrosion. Enfin, on s'intéressera à l'influence de défauts électro-érodés sur la tenue en fatigue ainsi que leur représentativité par rapport aux piqûres de corrosion.

L'interprétation des phénomènes conduisant à la rupture sera analysée à travers une étude métallurgique complète comprenant analyse de la composition chimique, mesures de contraintes résiduelles, fractographie, etc. L'ensemble des expertises se fait en partenariat avec les services CODG (La Garenne) et CODL (Vélizy) de PSA.

Nous réaliserons en parallèle une CAO du montage expérimental ainsi qu'un calcul aux éléments finis permettant de valider analytiquement nos résultats expérimentaux. On s'intéressera notamment à la validation d'un modèle numérique permettant de prédire la nocivité de défauts électro-érodés.

*PSA (LA GARENNE-COLOMBES)
ET CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*

17h-18h

Caractérisation en microscopie électronique de nanoparticules CoPt : simulation numérique de la propagation des électrons

Les nanoparticules d'alliages métalliques formées à l'aide de cobalt (Co) et de platine (Pt), principalement étudiées pour leurs propriétés catalytiques et magnétiques, sont notamment l'un des grands espoirs dans la course vers la densité du stockage d'information. Typiquement, ces agrégats de CoPt contiennent quelques milliers d'atomes et présentent des dimensions de quelques nanomètres.

Avant de pouvoir envisager l'utilisation de nanomatériaux, il est indispensable de maîtriser pleinement leur mode d'élaboration. En effet, il est maintenant bien établi que des paramètres tels que la composition, le degré d'ordre, la taille et la forme peuvent modifier sensiblement les propriétés physiques des nanoparticules.

Afin de mesurer ces paramètres, une technique adaptée est la microscopie électronique en transmission, plus particulièrement le mode haute résolution (HRTEM) qui permet d'atteindre une résolution inférieure à deux angströms (10^{-10} m). Cependant, les électrons interagissant fortement avec la matière, les images sont difficilement interprétables du fait de diffusions multiples. Une modélisation de la propagation des électrons dans la nanoparticule est alors nécessaire afin d'effectuer des mesures quantitatives

en comparant les images expérimentales aux images simulées par les codes de calcul. Cette modélisation est précisément l'objet de mon stage.

Des logiciels de simulation existent déjà. Toutefois, ayant été conçus pour des matériaux massifs, ils ne sont pas bien adaptés à l'étude des nanoparticules. En particulier, les effets de surface, très importants dans le cas de nanoparticules, ne sont pas pris en compte de façon satisfaisante. De plus, le degré d'ordre est en général pris en compte de manière effective, ce qui ne semble pas justifié dans le cas d'un agrégat ne comportant qu'un petit nombre d'atomes.

L'objectif du stage est donc, après avoir assimilé la théorie dynamique de propagation des électrons, de développer des procédures de calcul adaptées au cas des nanoparticules. Ces nouvelles procédures permettront, à terme, à partir d'images de haute résolution expérimentales, de déduire des informations physiques (degré d'ordre, ségrégation de surface) qui ont un impact déterminant sur les propriétés magnétiques et catalytiques des nanoparticules.

ONERA (CHÂTILLON)
CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)



Olivier
LANDON-CARDINAL

Mardi 3 Juillet 2007

9h-10h

Définition d'une méthode d'évaluation de propriétés des verres métalliques massifs à base de fer

Les métaux se trouvent habituellement sous forme cristalline plutôt qu'amorphe à l'état solide. Cela s'explique par la très grande propension des atomes métalliques à s'organiser en réseau cristallin lors du refroidissement de l'alliage liquide et par la très grande vitesse de cette réorganisation pour les compositions habituelles. On sait cependant depuis 1960 produire des métaux amorphes d'abord grâce à des grandes vitesses de refroidissement puis par refroidissement moins rapide pour des compositions d'alliages mieux choisies. On peut ainsi obtenir des métaux amorphes massifs dont l'épaisseur atteint le centimètre.

OCAS, joint-venture entre le groupe Arcelor-Mittal et Staal Vlaanderen, souhaite développer un savoir-faire dans le domaine de ces verres métalliques à base de fer. Ces matériaux possèdent en effet d'intéressantes propriétés ferromagnétiques (douceur) et mécaniques (dureté). Le but du projet est de mettre au point un protocole de caractérisation du matériau produit : il s'agit de pouvoir déterminer grâce à des analyses physiques (DRX, MEB, dureté...) si l'échantillon produit est bien amorphe.

ARCELOR RESEARCH OCAS (GAND, BELGIQUE)
CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)



Sophie
BOURGOÏN

10h-11h

Diffusion de l'oxygène dans les alliages de zirconium



**Victor
ROMERO**

Les alliages de zirconium sont utilisés pour la fabrication des gaines de combustible des réacteurs électro-nucléaires. Ces alliages doivent non seulement résister aux sollicitations neutroniques et mécaniques, mais ils doivent également posséder une bonne tenue à l'oxydation et à l'hydruration. L'objet du travail est l'identification et l'étude quantitative des effets d'interactions entre l'oxygène et l'hydrogène sur ces gaines. On se place dans le cadre d'un hypothétique accident APRP (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire). En atmosphère fortement oxydante, l'échauffement des gaines dans de telles conditions conduit à la formation d'une couche de zircone très fragile et d'une solution solide enrichie en oxygène. Par ailleurs, l'effet de l'hydrogène se superpose à celui de l'oxygène en modifiant la limite

de solubilité de cet élément dans le zirconium.

Divers traitements thermiques sont réalisés sur des gaines préalablement oxydées. Deux alliages de zirconium largement utilisés pour la fabrication des gaines sont retenus. Les profils d'oxygène sont déterminés à l'aide de la microsonde électronique, tandis que des examens au microscope électronique à balayage sont menés pour suivre les évolutions microstructurales. Ces ensembles d'observations et de mesures servent à déterminer le coefficient de diffusion de l'oxygène dans deux alliages de zirconium.

*CEA / DEN / SRMA (SACLAY) ET CENTRE
DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*

11h-12h

Amélioration de la caractérisation de la résilience d'aciers pour pipelines



**Sébastien
MULLER**

Le matériau étudié est un acier X70 développé par Arcelor-Mittal et destiné à la fabrication des pipelines et gazoducs. Etant donné les dégâts considérables que peuvent causer les ruptures de pipelines, par exemple, du point de vue écologique, tout acier destiné à leur fabrication doit, de nos jours, répondre à deux critères de ténacité. D'une part, l'énergie de rupture absorbée au cours d'un test Charpy à une température donnée doit être supérieure à une valeur minimum, et d'autre part on doit constater un pourcentage minimum d'apparence ductile sur la surface de rupture d'un essai Battelle. Ces deux critères permettent de s'assurer que l'énergie à fournir pour atteindre la rupture est suffisamment grande, et que l'acier rompt de manière ductile et non fragile.

Plusieurs produits développés par Arcelor-Mittal répondent au premier critère et pas au second. Le but du

stage est d'en comprendre les raisons en se basant sur l'étude de l'acier X70 choisi. Pour cela, nous utilisons une modélisation mécanique et numérique des deux essais, s'appuyant sur des modèles les plus physiques possibles. Afin de confronter les simulations à des données expérimentales, mais aussi afin d'obtenir les caractéristiques du matériau nécessaires à la mise en place de ces simulations, le premier mois du stage a été consacré, pour une grande partie, à la réalisation de plusieurs essais au Centre des Matériaux à Evry. Au final, nous espérons ainsi mieux comprendre ce qui différencie mécaniquement les essais Charpy et Battelle, voire répondre aux questions de transférabilité des critères.

*ARCELOR RESEARCH OCAS (GAND, BELGIQUE)
CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*

14h-15h

Caractérisation de l'activité virucide des revêtements PVD de TiO₂ photocatalytique sur acier



**Nicolas
BOUVIER**

Le TiO₂ est une céramique étudiée depuis une vingtaine d'années pour ses propriétés superhydrophiles, antimicrobiennes et notamment antibactériennes. Celles-ci sont basées en particulier sur l'activité photocatalytique du TiO₂ : sous l'action d'un rayonnement UV, des réactions chimiques entraînent la formation de composés oxydants capables de dégrader la matière organique. Les chercheurs du centre Arcelor Research de Liège développent ainsi de nouveaux produits

constitués de dépôts minces de TiO₂ photocatalytique sur acier. Une précédente collaboration entre Arcelor et l'Ecole des Mines a d'ailleurs contribué à l'optimisation des conditions de dépôt PVD des revêtements de TiO₂ sur acier. A terme, de telles surfaces pourraient être utilisées dans l'industrie du bâtiment pour leur potentiel autonettoyant mais aussi dans les domaines médical et agroalimentaire.

Jusqu'à présent, Arcelor a obtenu sur ces aciers des

résultats encourageants en terme de dégradation de composés organiques volatils (COV) et de bactéries. Or des travaux de recherche menés par plusieurs équipes dans le monde laissent penser que le TiO_2 photocatalytique est également capable d'inactiver des virus. L'objet de ce stage est donc de savoir si les aciers revêtus de TiO_2 élaborés par Arcelor ont bien une activité antivirale et, dans ce cas, de quantifier l'efficacité de ces produits. Enfin, au-delà des résultats (positifs ou non) fournis par l'étude, il s'agit également de mettre

en place une méthodologie applicable par la suite à d'autres aciers et d'autres types de virus. Les essais de microbiologie nécessaires seront réalisés à l'Institut Pasteur, à Paris, au sein de l'unité de Biodiversité des Bactéries Pathogènes Emergentes.

*ARCELOR RESEARCH (LIÈGE, BELGIQUE),
INSTITUT PASTEUR (PARIS)
ET CENTRE DES MATÉRIAUX EMP (EVRY)*

15h-16h

Etude de la mise en œuvre de mousse en polyamide 6

Les mousses polymères ont de très bonnes propriétés d'isolation phonique, thermique et d'absorption d'énergie en cas de choc. Contrairement aux mousses en polyuréthane ou en polyéthylène, qui sont très présentes dans l'industrie, les mousses en polyamide sont peu développées.

Les procédés de moussage du polyamide sont difficiles à maîtriser essentiellement en raison de la température de fusion élevée du polyamide et de la faible viscosité des polyamides fondus, d'où une perte de gaz importante et une expansion insuffisante. Pourtant, les mousses polyamides seraient intéressantes grâce à leur résistance aux solvants, leur tenue thermique et leur résistance mécanique.

L'entreprise Rhodia, leader sur le marché du polyamide, cherche à développer une synthèse de mousse polyamide grâce à un procédé en deux étapes :

- Préparation de granulés contenant le polyamide et un additif
- Puis moussage des granulés par chauffage : activation d'une réaction chimique produisant du gaz. L'usage d'une presse à injection permet d'obtenir une mousse de la forme voulue.

La difficulté de ce procédé est le contrôle des températures de fabrication des granulés et de moussage : l'agent ne doit être ni détérioré ni désactivé lors de la première étape. De plus, l'évolution de la température dans la trémie de la presse à injection doit être optimale pour que le moussage ait lieu juste à la sortie du fourreau.

Cette étude comparera plusieurs additifs et plusieurs matrices polyamides 6. Son but est de déterminer de bonnes conditions de fabrication de granulés puis de moussage (température, vitesse de cisaillement, durée, etc). Pour cela, le moussage de différents granulés sera observé sous microscopie, des tests rhéologiques ainsi qu'une simulation du moussage à l'aide du logiciel Rem3D seront menés. Par la suite, des plaques de mousse pourront être fabriquées à l'aide d'une presse à injection de type industriel et caractérisées grâce à des tests mécaniques classiques.

*RHODIA (LYON) ET CENTRE DE MISE EN FORME
DES MATÉRIAUX EMP (SOPHIA-ANTIPOLIS)*



**Sophie
REDOUTEY**

16h-17h

Etude de l'influence de la forme de la lingotière sur la qualité de barres d'acier coulées en continu

L'élaboration de l'acier se déroule en plusieurs étapes dont la dernière, essentielle, est la phase de coulée et de solidification. Dans le procédé de coulée en continu de barres exploité par le groupe Vallourec, l'acier est coulé dans une lingotière – moule sans fond refroidi par circulation d'eau – de forme quasi cylindrique. L'objectif du stage est d'étudier l'influence de la forme de la lingotière sur la qualité de surface de la barre d'acier. Pour cela on a recours à une modélisation numérique du procédé de solidification en continu. Une première étape consiste à valider le

modèle en comparant ses résultats avec ceux fournis par deux autres codes de calcul sur un cas simple de coulée de barre en lingotière cylindrique : profil de température, front de solidification, contraintes thermo-mécaniques dans la peau solidifiée.

Suite à cette première étape, le modèle est appliqué à l'étude du dessin d'une lingotière d'une usine du groupe située au Brésil (Belo-Horizonte), en étudiant d'une part l'influence de la forme de lingotière sur les variables thermomécaniques (déformations et contraintes) et d'autre part en répondant à la question



**Mahdi
BEN MRAD**

sur l'intérêt des lingotières paraboliques par rapport aux lingotières bi-coniques utilisées usuellement. Les conditions de coulée n'étant pas dissociables des formes de lingotière il faut également les optimiser pour les profils considérés (vitesse et température de coulée...). On s'efforcera de faire le lien entre les variables thermomécaniques et les risques d'apparition de défauts en surface ou sub-surface du produit. Dans une seconde partie du stage, qui se déroulera dans l'usine brésilienne, des tests instrumentés suivis

de mesures sur produit seront effectués de manière à proposer une évaluation critique des résultats et un éventuel recalage du modèle numérique.

*CENTRE DE RECHERCHE VALLOUREC (AULNOYE-AYMERIES)
ET CENTRE DE MISE EN FORME
DES MATÉRIAUX EMP (SOPHIA-ANTIPOLIS)*

17h-18h

Définition d'un nouveau test permettant de qualifier la capacité d'homogénéisation de lignes d'extrusion industrielles



**Mohamed
CHAKROUN**

La réception de nouvelles machines d'extrusion ou le remplacement d'une vis d'extrusion s'accompagne d'un certain nombre de tests visant la qualification de la machine, assurant ainsi son bon fonctionnement et garantissant la qualité des produits. En particulier, la fabrication d'un pneumatique consiste à assembler entre eux différents matériaux possédant des propriétés bien précises. Avant de les assembler, il est souvent nécessaire de les profiler principalement par extrusion pour leur conférer une géométrie bien précise. De plus en plus, pour des raisons de productivité on tend à mélanger des matériaux de natures différentes pendant ce cycle de travail. Il est alors impératif de s'assurer de l'homogénéité du mélange ainsi obtenu qui entrera tel quel dans la composition du pneumatique. Le but de ce stage est de définir un ou plusieurs tests pour qualifier et quantifier la capacité d'une ligne d'extrusion industrielle à homogénéiser les produits

introduits. Ces tests devront permettre de juger le niveau d'homogénéisation obtenu en sortie d'une ligne. Dans un deuxième temps, l'échelle obtenue grâce à ce ou ces tests pourra être utilisée pour définir des niveaux d'homogénéisation requis en fonction du type de mélange, niveaux qui garantiront le maintien de la performance du matériau obtenu.

Une première phase a consisté à comprendre le problème industriel, à analyser des procédures de test actuelles et à identifier leurs champs précis d'application. Cette phase a conduit à la définition de nouveaux tests. Une dernière phase a impliqué la validation des tests retenus sur extrudeuse labo et sur installation industrielle.

*CENTRE DE RECHERCHE ET D'ESSAIS MICHELIN (LADOUX)
ET CENTRE DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX EMP (SOPHIA-
ANTIPOLIS)*