



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux
(LISM)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA)

Février 2011



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux
(LISM)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA)

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

février 2011



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux (LISM)

Label demandé : EA

N° si renouvellement : EA 4301 et EA 4302

Nom du directeur : M. Jean-Paul CHOPART

Membres du comité d'experts

Président :

M. Jean-Michel SPRAUEL, ISM, Université de la Méditerranée

Experts :

Mme Katell DERRIEN, PIMM, Arts et Métiers ParisTech, (CNU)

M. Antoine ALEMANY, SIMAP/EPM, Grenoble

M. Thierry BARRIERE, Institut FEMTO-ST, Université de Franche-Comté

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Claude GELIN

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Richard VISTELLE, Président de l'Université de Reims Champagne-Ardenne

M. Yannick REMION, Vice-Président du Conseil Scientifique de l'URCA



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite d'évaluation du Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux (LISM) s'est déroulée sur une journée, le 4 février 2011, suivant le planning proposé par l'équipe de Direction, en accord avec l'AERES

La matinée a débuté par une présentation générale de la structure par son futur directeur. Cet exposé a eu lieu en présence du Vice-Président du Conseil Scientifique de l'Université de Reims Champagne-Ardenne et des membres du laboratoire. Les responsables des équipes qui se regroupent pour constituer le LISM, ont ensuite détaillé leurs activités passées et les résultats les plus significatifs obtenus. Ces exposés ont mis en évidence la forte pluridisciplinarité, ainsi que la diversité des travaux réalisés. Ceci est démontré aussi bien par la complémentarité des compétences, que par celles des thématiques étudiées. Les sujets scientifiques ont été abordés dans un échange libre et sans non-dit.

Après le repas, partagé avec l'ensemble des membres du laboratoire, l'après-midi a d'abord permis de rencontrer de manière séparée les agents techniques et administratifs, les doctorants et les enseignants chercheurs. Ces auditions ont montré la forte adhésion et le soutien de l'ensemble des personnels au projet du futur laboratoire. Une présentation détaillée du projet de l'unité de recherche a ensuite été effectuée par son directeur. Cet exposé clair et structuré a permis de bien préciser et de recentrer les thématiques du laboratoire, et de proposer des actions concrètes à mener par ses chercheurs. La visite a finalement permis de découvrir les nombreux équipements du laboratoire. Lors de l'audition de la tutelle du laboratoire, le Président de l'Université et le Vice-Président du Conseil Scientifique, ont témoigné leur fort soutien et leur engagement vis-à-vis du laboratoire.

Le temps a été globalement respecté, ce qui a permis un bon déroulement de la visite et un temps adéquat pour la délibération et les conclusions du comité.

- Historique et localisation géographique de l'unité, et description synthétique de son domaine et de ses activités de recherche :

Le LISM résulte du regroupement du Laboratoire d'Analyses des Contraintes Mécaniques et Dynamique des Transferts aux Interfaces (LACMDTI, EA 4301), et d'une partie du Groupe de Recherche En Sciences Pour l'Ingénieur (GRESPI, EA 4302). Il intègre également deux Professeurs de l'unité INSERM Institut Biomatériaux - Tissus Hôtes (IBTH, UMR-S 926) et un Professeur du Laboratoire de Microscopies et d'Etudes des Nanostructures (LMEN, EA 3799). Dans sa forme initiale, il sera composé de dix-sept Maîtres de Conférences, quatorze Professeurs et six personnes BIATOSS. Ses Enseignants chercheurs se répartissent dans trois villes différentes (Reims, Charleville-Mézières, Troyes) et sept composantes : UFR Sciences Exactes, STAPS et Odontologie de l'Université de Reims, IUT de Reims et Troyes, Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Emballage et Conditionnement (ESIEC), Institut de Formation Technique Supérieur à Charleville-Mézières (IFTS).



Les activités du LISM s'articuleront autour de trois grands pôles centrés à la fois sur l'élaboration et la mise en forme de matériaux (alliages métalliques, polymères, isolants) et biomatériaux (hydroxyapatites, bioverres), et sur leur caractérisation et modélisation multi-échelles. Les recherches visées concernent aussi bien la mise en oeuvre de procédés de synthèse ou de transformations des matériaux que l'étude de leurs propriétés et la compréhension des mécanismes mis en jeu. Les spécialités concernent différents domaines de l'électrochimie et la magnétochimie, les analyses par microscopies électroniques, l'utilisation poussée de grands instruments (neutron, synchrotron) pour évaluer les contraintes mécaniques et caractériser les textures, la synthèse et la transformation des polymères, et enfin la modélisation des propriétés mécaniques. Un dernier domaine d'activité concerne également la biomécanique et les biomatériaux (évaluation des contraintes mécaniques dans les biomatériaux implantables, physique du sport).

- Equipe de Direction :

Le LISM sera dirigé par le porteur de projet Jean-Paul CHOPART, qui s'appuiera sur un conseil de laboratoire constitué de manière à représenter la totalité des personnels, l'ensemble des thèmes et projets de recherche, ainsi que chaque site géographique. Le Conseil de Laboratoire comprendra trois représentants des enseignants de rang A, trois représentants des enseignants de rang B, un représentant des personnels IATOS, un représentant des doctorants et deux à trois personnalités extérieures (dont un représentant du CEA). Il définira la politique scientifique et de gestion du LISM (répartition des ressources, investissements, demandes de postes, ...).

- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	34	31
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)		
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)		
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	4,5	4,6
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	17	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	18	19



2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité :

Le projet du LISM est cohérent et fait apparaître des actions de recherche pertinentes par leur originalité et leur intérêt. Les chercheurs sont tous publiants et le taux de publications est conséquent. Le niveau scientifique va de bon à très bon suivant les thématiques. Le laboratoire a acquis une véritable reconnaissance nationale et internationale sur ses thèmes d'excellence. Il participe activement à des réseaux de recherche et est bien inséré dans le milieu socio-économique local et national, aussi bien au niveau académique qu'industriel, grâce notamment à son implication dans les pôles régionaux. La pyramide des âges des personnels est relativement équilibrée.

- Points forts et opportunités :

- Grande pluridisciplinarité des connaissances et compétences dans le domaine des matériaux,
- Véritable reconnaissance nationale et internationale avec la participation à des réseaux actifs,
- Accès à des équipements scientifiques performants et uniques extérieurs à l'URCA (champs magnétiques intenses, neutrons, synchrotron),
- Accès à des matériels scientifiques performants, du fait de l'implication du LISM dans des formations professionnalisantes,
- Accès aux calculateurs régionaux,
- Investissement important avec des groupes industriels, et fortes actions de transfert grâce au CRITT MDTs de Charleville-Mézières,
- Pyramide des âges qui évolue bien, permettant un renouvellement progressif des responsables de thèmes de recherche.

- Points à améliorer et risques :

- Compte tenu de sa taille, le laboratoire traite de trop nombreux sujets de recherche. Il est indispensable de les focaliser. La multidisciplinarité des enseignants-chercheurs est un réel atout qui apparaît encore sous-exploité.

- La dispersion géographique des personnels ne facilite pas les travaux collaboratifs, et entraîne des surcoûts financiers. L'existence de groupes de petite taille et isolés géographiquement, risque aussi de conduire à un abandon de la recherche par les enseignants chercheurs en poste.

- Les travaux concernant l'électrochimie nécessitent l'apport de compétences en mécanique des fluides, qui font actuellement défaut, notamment dans l'analyse des phénomènes qui sont souvent contrôlés par l'hydrodynamique.

- Les appareils d'analyses physiques (MEB, DRX, Fluorescence X) vieillissent. Il existe un risque d'impossibilité de financement par le laboratoire en cas de panne grave, ce qui pénaliserait très fortement des sujets importants, portés par un certain nombre d'enseignants-chercheurs. Le montant actuellement trop faible des ressources financières ne permet pas l'acquisition de nouveaux appareillages scientifiques.



- L'accès aux grands instruments est fortement lié aux activités d' Alain LODINI, et à son implication dans les réseaux internationaux. Ainsi, la reconnaissance par le CEA du statut de Laboratoire de Recherche Correspondant (LRC) est avant tout due aux travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire Léon Brillouin (LLB) de Saclay. Cet apport important risque d'être perdu, si un ou plusieurs enseignants-chercheurs, ne s'investissent dans le domaine concerné.

- **Recommandations :**

- Les projets de recherche présentés sont nombreux. Le LISM a-t-il les moyens humains de sa politique de recherche ? Il conviendrait de mettre en évidence le positionnement des travaux par rapport aux travaux d'autres laboratoires, de préciser les verrous scientifiques, et de ne retenir que les projets les plus porteurs, et d'y affectés les personnels et ressources associées.

- La politique scientifique du LISM devra favoriser les rapprochements entre ses membres. Afin d'éviter l'éclatement du laboratoire et la reconstitution des anciennes équipes, il conviendra de concentrer les travaux de recherche sur quelques thèmes porteurs.

- La mise en place de séminaires impliquant des enseignants chercheurs et/ou des doctorants, pourrait favoriser les échanges scientifiques et les collaborations inter équipes.

- **Données de production :**

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	31
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	100 %
A4 : Nombre d'HDR soutenues	4
A5 : Nombre de thèses soutenues	22



3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Globalement, l'activité est pertinente, tant concernant les aspects scientifiques, que les retombées industrielles. Elle s'appuie sur des équipements expérimentaux performants et sur un accès aux grands instruments. Le LISM a ainsi acquis une forte notoriété nationale et internationale pour ses travaux sur l'analyse des contraintes mécaniques dans les biomatériaux et matériaux avancés, et en particulier l'utilisation des neutrons et du rayonnement synchrotron. Par contre, le laboratoire doit préciser et affiner son positionnement aux niveaux national et international, en mettant en valeur ses axes forts et ses originalités. Un très grand nombre de thèmes sont engagés, Il serait utile de mieux les hiérarchiser.

Le LISM entretient des relations contractuelles importantes et variées avec le monde industriel, et les partenaires institutionnels (Région, Ministère, Union Européenne). La diversité de ces contrats permet d'être confiant sur la pérennité de ces relations. Trois brevets ont été déposés par les chercheurs du laboratoire.

Les articles scientifiques sont publiés dans les revues de la communauté concernée, qui ont un facteur d'impact assez moyen en général. Le niveau des publications est néanmoins bon, qualitativement et quantitativement : 146 ACL depuis 2006, soit environ 2,35 par an et par enseignant chercheur temps plein. Tous les enseignants chercheurs peuvent être considérés comme « producteurs », mais comme dans la plupart des unités, ces publications ne sont pas réparties de manière uniforme. La direction devra encourager les efforts de ceux dont la production est la plus modeste. 22 thèses ont été soutenues en quatre ans (dont 10 en cotutelle avec le Maghreb) et 4 HDR. La durée des thèses est dans les normes. 17 thèses sont par ailleurs en cours.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :

Le LISM est fortement impliqué dans les structures fédératives locales, les projets régionaux et les pôles de compétitivité MATERIALIA et IAR. Il entretient des liens étroits avec le CRITT MDTS de Charleville-Mézières, et il existe en son sein une bonne dynamique par rapport aux partenariats industriels. Au plan national, le LISM collabore avec de nombreuses entreprises et laboratoires de recherche. Les liens privilégiés qu'il entretient avec le Laboratoire Léon Brillouin du CEA Saclay lui ont ainsi permis d'obtenir le statut de Laboratoire de Recherche Correspondant du CEA. Le LISM a aussi développé des collaborations avec de nombreuses équipes universitaires étrangères dans le cadre de relations bi ou multilatérales, d'actions de recherche (COST P6 et P17 de l'European Science Foundation) et de contrats internationaux (contrats Egide avec la Bulgarie, l'Italie, le Maroc et la Pologne, ANR avec la Chine). Le laboratoire participe aussi à plusieurs GDR nationaux et européens. Ses enseignants chercheurs ont contribué à l'organisation de colloques internationaux, sont membres de comités scientifiques de revues et de congrès et ont présenté leurs travaux dans 21 conférences invitées. Certains d'entre eux sont experts internationaux auprès d'organismes étrangers. Un nombre significatif de thèses est réalisé en cotutelle avec des universités du Maghreb. Ceci compense partiellement la difficulté de recruter des doctorants sur des thématiques où les effectifs en Master sont très faibles.



- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité :**

Dans un laboratoire, les relations entre les personnes sont essentielles et elles sont apparues très bonnes au comité, que ce soit à l'intérieur de chaque catégorie, entre enseignants chercheurs et doctorants ou entre la direction et les personnels IATOS. Le dynamisme des uns entraîne les autres, ce qu'il faut naturellement encourager. La politique de l'équipe dirigeante du LISM devra toutefois continuer à favoriser les rapprochements entre les enseignants-chercheurs des différents laboratoires antérieurs, afin d'éviter la reconstitution des anciennes équipes. L'animation scientifique, et en particulier la mise en place de séminaires, devront stimuler les échanges scientifiques et les collaborations inter équipes.

Le LISM est bien intégré dans son environnement industriel, universitaire et socioculturel. Ses enseignants chercheurs sont fortement actifs dans les formations de licences, masters et filières d'ingénieurs des différentes composantes de l'Université de Reims (UFR SEN, UFR STAPS, UFR d'Odontologie, ESIEC, IUT de Reims, IUT de Troyes, IFTS). Ils contribuent aussi au master ingénierie des Agro Matériaux Composites, cohabilité avec l'Université de Picardie Jules Vernes et l'Université Technologique de Troyes.

- **Appréciation sur la stratégie scientifique et le projet :**

Le regroupement des deux équipes d'accueil (LACMDTI et GRESPI) constituant le LISM crée une synergie prometteuse. Le projet est cohérent et présente des thèmes tout à fait originaux. La pluridisciplinarité et complémentarité des compétences du laboratoire constituent un atout indéniable pour sa réussite. Toutefois, les thématiques présentées demeurent vastes, compte-tenu du nombre limité d'enseignants-chercheurs. Le projet devra mettre en évidence les domaines sur lesquels l'unité tient le plus à se faire identifier. Le laboratoire doit se garder de focaliser ses efforts dans des directions immédiatement prometteuses, qui entraîneraient des actions trop nombreuses par rapport à ses ressources humaines. Le positionnement régional, les collaborations industrielles, comme l'implication du LISM dans des réseaux nationaux et internationaux, constitue une opportunité forte qu'il s'agit de pérenniser.

4 • Analyse par pôle thématique

Le LISM n'est pas divisé en plusieurs équipes cloisonnées, mais est articulé autour de trois grands pôles thématiques centrés sur les matériaux et biomatériaux, leurs synthèses, élaborations et mises en forme, sur leurs caractérisations physicochimiques et sur leurs modélisations multi-échelles. Dans chaque thème, les personnes du laboratoire se répartissent, suivant leurs compétences, avec des quotités variables.

A) Elaborations et Mises en Forme des matériaux et Biomatériaux :

A1 : Matériaux fonctionnels.

Le sous thème A1 regroupe un effectif de 2,35 EC équivalent à temps plein dont 5 PR titulaires d'une HDR et 2 MCF. Les EC sont dispersés sur plusieurs sites et sont rattachés à 3 sections CNU différentes (28, 33 et 62), ce qui témoigne de leurs compétences et des savoirs faire pluridisciplinaires. Les activités scientifiques se déclinent selon deux axes principaux liés et complémentaires. Le premier concerne l'élaboration, la caractérisation et la mise en forme de polymères et composites avec des actions ciblées sur la mise en œuvre des matériaux multiphasés, interactifs et barrières, et des études à partir de ressources renouvelables.



Le second axe fédératif concerne les dépôts en couches minces, avec la fonctionnalisation de matériaux organiques, inorganiques et hydrides. Les originalités résident dans le choix de thématiques de recherche ciblées, porteuses, innovantes et en parfaite adéquation avec les pôles de compétitivité IAR et MATERIALIA.

- **Qualité scientifique et production**

Le bilan des EC issus de deux équipes regroupées dans le sous thème A1, mentionne une production scientifique de plus de 50 publications de rang A avec un taux moyen de 2 publications par ETP et par an, complété par de nombreuses communications (ACTI + ACTN). Le nombre de doctorants constant au fil des années, correspond en moyenne à une soutenance annuelle. Des études innovantes autour de la mise en œuvre de polymères recyclables et biodégradables, en collaboration avec des industriels de l'emballage pour l'agroalimentaire ou la cosmétique, sont en cours dans le cadre de deux thèses CIFRE. Des recherches intéressantes, donnant lieu à plusieurs thèses en cours, sont aussi menées sur l'élaboration de biomatériaux et en particulier des bioverres et des revêtements prothétiques.

- **Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement**

Les acteurs de ce sous thème bénéficient d'une reconnaissance nationale et internationale, et entretiennent de nombreux échanges avec les pays du Maghreb (plusieurs thèses de co-tutelles), et sont aussi porteurs d'un PAI. Des développements technologiques sont en cours dans le cadre d'un projet FUI EMAC, labellisé par 3 pôles de compétitivité, et impliquant 7 partenaires. Des actions de recherche sont réalisées dans le cadre d'un financement CPER Matorem. Un brevet national et international a été déposé en 2010, sur l'électrodéposition des revêtements phosphocalciques. Les enseignants-chercheurs participent aussi au GDR ARCHES adsorption, réactivité et contrôle de l'hydrogène en interaction avec des surfaces. Les méthodes développées dans ce thème seront appliquées à d'autres thématiques dans le cadre de collaborations avec les équipes des thèmes B1 et B2 du même laboratoire.

- **Appréciation du projet :**

Le regroupement de différents EC de l'axe A1, comportant 2,35 ECTP, autour de deux thématiques principales est bien justifié et cohérent. Le découpage en quatre sous thème par thème principal paraît trop morcelé.

- **Points faibles :**

- pas de projet européen ni d'ANR financé,
 - deux thématiques principales avec une multiplicité de thématiques secondaires,
 - un déséquilibre de ressource en personnels (EC) entre les deux thèmes principaux pouvant conduire à des déséquilibres à long terme (0,8 contre 1,5 ECTP)
 - dispersion des EC sur plusieurs sites et plusieurs établissements.

- **Points forts :**

- 6 EC largement publiants sur 7,
 - Encadrement de plusieurs thèses en collaboration avec des entreprises,
 - Développements de thématiques de niches, ciblées et innovantes



A2 : Electrochimie.

Le contrôle des processus de transfert de masse par voie électrochimique représente un potentiel de recherche considérable. Bien que l'électrochimie soit une science très ancienne, son développement s'est fondé essentiellement sur l'empirisme. Cette approche a nécessairement des limites et permet difficilement d'avoir accès à la prédiction et l'optimisation. L'approche scientifique de ces phénomènes nécessite une étroite collaboration entre mécaniciens des fluides et électro-chimistes spécialistes des matériaux, physiciens..., elle est nécessairement multidisciplinaire. Le thème est abordé dans le cadre des activités du laboratoire LISM, sous plusieurs volets qui s'inscrivent principalement dans l'optique de l'élaboration de revêtements obtenus par voies électrochimiques.

Les revêtements phosphocalciques concernent l'élaboration de revêtements prothétiques par électrodéposition. Les techniques utilisées concernent aussi bien les dépôts en courants continus, qu'en courants pulsés. Elles permettent d'obtenir des revêtements monophasés ou biphasés. Les perspectives s'orientent sur l'élaboration de revêtements prothétiques composites, en incorporant des éléments biocompatibles, permettant une meilleure compatibilité avec le support osseux.

Les nano poudres et nano fils concernent la réalisation de matériaux composites. L'approche conjugue les compétences du laboratoire en sono électrochimie avec la réalisation de multi-couches cœur-coquille. Les nano poudres de cuivre obtenues par sono électrochimie sont recouvertes d'une pellicule d'argent par conversion chimique. La granulométrie des poudres obtenues est de l'ordre du nanomètre. Cette technique a ensuite été étendue à l'obtention de nano-fils de même composition. L'étude des propriétés bactéricides de ces matériaux (poudre et fil) comparée à celle de nano matériaux d'argent pur constitue la prochaine étape. La poursuite des travaux concerne le remplacement du cuivre par d'autres matériaux biocompatibles tels que le fer. Enfin les matériaux à coquille platine présentent un potentiel d'application dans les piles à hydrogène, en réduisant considérablement le coût du catalyseur platine.

Synthèses en solvants ioniques. Ce type de solvants permet de réaliser des dépôts non accessibles en milieu aqueux, comme par exemple l'aluminium et le titane, ce qui permet de transposer les techniques précédentes à la fabrication de nano-fils d'autres matériaux. La seconde idée de ce thème est de substituer les solvants ioniques non polluants, même pour des dépôts accessibles aux solutions aqueuses pourtant moins onéreuses. Ces techniques pourraient de plus améliorer certaines propriétés mécaniques et anticorrosives.

Magnéto électrochimie. Les travaux sur ce thème constituent le point fort du laboratoire dans le domaine de l'électrochimie. Les champs magnétiques offrent des possibilités considérables dans le contrôle des processus électrochimiques. Ces possibilités résultent de l'action de deux types de forces, les forces électromagnétiques dites forces de Lorentz/Laplace, résultant de l'interaction du courant électrique mis en jeu dans les réactions électrochimiques, avec un champ magnétique où les forces purement magnétiques ne nécessitent pas la présence de courant électrique, et s'appliquent à des particules électro-actives de forte susceptibilité magnétique. Ces forces se manifestent par une action à macro-échelle, elles agissent également à micro-échelle, ce qui constitue aussi une voie de recherche tout à fait importante. Pour résumer, les champs magnétiques ont une influence sur le taux de transfert de masse qui résulte de l'action sur l'hydrodynamique pariétale, qui assure le renouvellement des espèces électro-actives. Ils agissent sur la qualité et la texture des dépôts, ce qui s'accompagne aussi de modification de la composition atomique et des compositions de phases constitutives d'un alliage.

Ces effets sont mis à profit par le LISM pour obtenir des matériaux à fortes potentialités dans le domaine de la métallurgie. D'autres résultats sont recherchés, utilisant par exemple l'influence d'un gradient de champ pour obtenir des composés présentant des gradients de composition. Le potentiel offert par les champs pulsant est aussi tout à fait considérable et peu exploité jusqu'à présent. Dans ce domaine, le laboratoire est à l'avant-garde ayant mis au point une méthode d'analyse par impédance, basée sur la modulation de champ magnétique.



Il est clair que ce domaine, la magnéto-électrolyse, très différents de la MHD traditionnelle qui concerne les métaux liquides, n'est qu'à l'aube de son développement. Beaucoup d'observations expérimentales ne sont pas encore élucidées, de même certaines propositions théoriques, comme la réalité des forces magnétiques résultant d'un gradient de concentration d'espèces électro actives paramagnétiques, font toujours l'objet de controverses. Dans ce domaine le laboratoire LCMDTI (maintenant le LISM) est tout à fait à l'avant-garde. Il a beaucoup bénéficié de l'accès au LCMI à Grenoble qui s'est largement ouvert, notamment du fait de son adhésion au GDRE GAMAS. En amont de cela, l'impact des 2 programmes COST (P6 et P17) lui a donné de l'assise internationale. En assurant la direction du groupe de travail centré sur les électrolytes Jean Paul Chopart a pu initier des collaborations avec L'Allemagne et la Pologne. Cette reconnaissance internationale a été confortée par la participation des chercheurs du laboratoire à deux écoles d'été, la troisième étant en gestation puisqu'elle coïncidera avec la 8ème édition de la conférence PAMIR 2011, dédiée aux magnétos sciences, dont Jean Paul Chopart est l'un des responsables.

Les perspectives qui s'ouvrent dans le cadre du projet COMAGNET (ANR/NFSC) en collaboration entre le LISM et le laboratoire EPM de Northeastern University à Shenyang sont vraiment pertinentes, et permettent d'envisager positivement sur le développement du thème de recherche en magnéto électrochimie.

- **Appréciation du projet :**

La thématique s'inscrit parfaitement dans l'axe matériaux du laboratoire, elle présente un grand potentiel, tant en termes de recherches fondamentales que d'applications, par ailleurs le laboratoire est bien implanté et reconnu sur le plan national et international.

- **Points faibles :**

L'activité nécessite l'apport d'un (ou plusieurs) mécanicien des fluides qui fait défaut actuellement notamment, dans l'analyse des phénomènes qui sont souvent contrôlés par l'hydrodynamique.

- **Points forts :**

Bonne représentativité scientifique correspondant à un bon niveau de publications et de thèses et une bonne participation à des conférences internationales. Le financement ANR en collaboration avec la Chine permet de conforter le programme sur les 3 prochaines années.

B) Caractérisations et Modélisation Multi-Échelles des Matériaux et Biomatériaux :

B1 : Comportement et modélisation.

Ce pôle thématique concerne la modélisation numérique et analytique appliquée aux matériaux et aux biomatériaux, ainsi que l'aspect analyse du comportement.

Les enseignants-chercheurs impliqués dans cette thématique sont des chimistes, électro-chimistes et mécaniciens des matériaux, rattachés à quatre sections CNU différentes (28ème section : 0.75 EPT; 31ème section : 1.75 EPT; 60ème section : 5EPT; 74ème section : 0.25 EPT).

Les axes de recherche développés s'inscrivent tous dans l'axe matériaux du laboratoire et font appel à des compétences transversales présentes au sein du futur LISM.



Un premier axe de recherche concerne l'analyse du comportement mécanique et la modélisation de matériaux composites à renforts fibreux. Trois enseignants-chercheurs à plein temps, rattachés à la 60ème section du CNU, et dispersés sur deux sites (ESIEEC Reims et IUT Troyes) animent cet axe, ainsi qu'une thématique complémentaire, visant à développer des éléments finis spéciaux pour une analyse précise du comportement mécanique de solides. Quatre thèses ont été soutenues dans ces thématiques, deux sont en cours. Les axes de collaboration internes qui seront développés, sont en rapport avec le sous thème A1 « Elaboration et mise en forme des matériaux composites » et plus particulièrement avec la modélisation des agro-composites, à la fois par éléments finis et par approches multi-échelles fondées sur des techniques d'homogénéisation. Une thèse est actuellement en cours sur la modélisation de matériaux composites renforcés par des fibres végétales. Cet axe de collaboration interne s'intègre parfaitement dans le pôle de compétitivité IAR Industrie et Agro-ressources.

Un second axe de recherche pourrait s'intituler Outillages de forge et fonderie. Un enseignant chercheur à plein temps, mécanicien, s'intéresse à l'aspect modélisation. Un projet en interaction forte avec le sous-thème B2 (techniques de caractérisation) et ayant pour objectif la réalisation d'outillages de forge à l'aide de matériaux à gradients fonctionnels, a fait l'objet d'une ANR en 2006-2010 et se poursuit actuellement. Dans le cadre du nouveau laboratoire, un projet visant à « l'élaboration de revêtements multicouches pour outillages de forge par électrodéposition et dépôt physique » est en cours d'élaboration et fera appel à la fois aux compétences du thème B2 mais également à celles du thème A2 (électrochimie). Cet axe de recherche s'intègre dans le cadre du pôle de compétitivité MATERIALIA, premier pôle français de fonderie, forge et estampage.

Un troisième axe de recherche, intitulé « modélisation moléculaire des matériaux », s'est créé depuis l'arrivée en 2006 d'un professeur de 31ème section, spécialiste de la modélisation moléculaire des solides et des interfaces solide-liquide. Ce professeur est affecté à 100% au sous-thème modélisation, mais tous les développements se font en étroite collaboration avec les expérimentateurs du sous-thème A2. Les objectifs visés sont principalement la compréhension des mécanismes associés aux processus hétérogènes intervenant à la surface des électrodes, l'aide à l'analyse des structures atomiques des solides déposés et la détermination des paramètres caractéristiques de processus comme l'adsorption ou la diffusion. La modélisation se fait en collaboration avec l'université de Clermont-Ferrand.

Un quatrième axe s'intitule « modélisation cinétique et électro-chimique des matériaux ». Les enseignants chercheurs concernés ont tous des compétences transversales qui les conduisent à appartenir à plusieurs thématiques du laboratoire. On peut scinder cet axe selon deux problématiques. La première, visant à synthétiser et caractériser les propriétés opto-électroniques de différents matériaux (couches minces de ZnO, dispositifs à base silicium), est animée par deux enseignants chercheurs (1 MCF, 1 PU) de 28ème section qui interviennent également dans les sous-thèmes A1 (Matériaux fonctionnels) et B2 (Techniques de caractérisation). La deuxième concerne principalement l'étude des processus électro-chimiques sous champ magnétique, et est animée par un MCF et un PU de 31ème section, intervenant également dans le sous thème A2 (Electrochimie).

- **Appréciation du projet :**

Les axes de recherche de cette thématique vont permettre de poursuivre et développer des activités transversales au sein du laboratoire. Le nombre et l'intitulé des axes de recherche ne sont toutefois pas tous clairement définis dans le projet.

- **Points faibles :**

- Dispersion thématique et géographique.
- Si les interactions de ce sous-thème avec les autres thèmes du laboratoire sont le plus souvent naturelles, les différents axes développés en modélisation n'ont pas de rapport entre eux, et font appel à des compétences très différentes. Il faudra à terme, repenser l'organisation selon la nature des matériaux étudiés, et/ou les grands projets de recherche.



- Points forts :

- Bon niveau de publications.
- Possibilités d'actions transversales de grande qualité scientifique.
- Thématique s'intégrant bien dans les pôles de compétitivité IAR Industrie, Agro-ressources, et MATERIALIA, ainsi que dans la structure fédérative de recherche « CONDORCET ».

B2 : Techniques de caractérisation et génie instrumental associé.

Ce pôle thématique concerne la caractérisation physique et chimique des matériaux et biomatériaux. Outre la mise en commun de compétences et de moyens expérimentaux dédiés aux projets d'élaboration et de mise en forme, les travaux de recherche portent également sur l'étude des phénomènes de charge sous irradiation électronique, sur le transport de l'hydrogène et sur la caractérisation de revêtements phosphocalciques.

Incontestablement, le point fort du thème B2 concerne le développement de techniques permettant l'étude, non destructive, des matériaux et biomatériaux à l'aide des grands instruments (neutrons et rayonnement synchrotron haute énergie). Les méthodes mises en oeuvre permettent la caractérisation tridimensionnelle de la microstructure par microtomographie et diffusion aux petits angles, l'analyse des textures cristallographiques et l'évaluation des contraintes tant macroscopiques que microscopiques. Les travaux réalisés dans ce domaine sont remarquables et internationalement reconnus. Ils doivent être développés et encouragés. Il est indispensable, entre autre, que de nouveaux chercheurs du laboratoire s'impliquent dans ce thème, car l'accès aux grands instruments est aujourd'hui fortement lié aux activités de Alain LODINI et à son implication dans les réseaux internationaux. Il faudra aussi veiller à pérenniser les relations avec le CEA et le Laboratoire Léon Brillouin (LLB) de Saclay.

Grâce à l'implication du LISM dans des formations professionnalisantes, le laboratoire dispose également d'autres moyens expérimentaux performants : microscopes électroniques à transmission et à balayage équipés de systèmes d'analyse, diffraction et fluorescence X, calorimétrie différentielle, analyse thermogravimétrique, analyses infra rouge et ultra violets, machines d'essais mécaniques, ... Le développement d'une méthode originale de reconstruction tridimensionnelle des surfaces analysée par microscopie électronique à balayage permet, entre autre, d'accéder à la rugosité et à la porosité de revêtements prothétiques. Certains des équipements sont malheureusement vieillissants, et les faibles ressources financières du laboratoire ne permettraient pas, aujourd'hui, de les rénover ou de les remplacer.

- Appréciation du projet :

Les thématiques de recherche sont pertinentes par leur originalité et leur intérêt. L'analyse des contraintes et des textures dans les biomatériaux avec, en particulier, l'utilisation poussée des grands instruments (neutrons, synchrotron) est remarquable et internationalement reconnue. Le réseau de collaborations académiques nationales est bon. Au niveau international il demeure perfectible. Les moyens expérimentaux mis en oeuvre constituent un ensemble cohérent et complémentaire d'outils de caractérisation.

- Points faibles :

- Une part importante du rayonnement de la thématique B2 est liée aux activités et relations du directeur de l'ancien laboratoire LACMDTI, qui devra être remplacé au cours du quadriennal.
- Le vieillissement des matériels du laboratoire risque de pénaliser les activités de recherche.



▪ Points forts :

- Incontestablement, le point fort de ce thème concerne l'utilisation des neutrons et du rayonnement synchrotron pour la caractérisation des matériaux et des biomatériaux.
- La coopération avec le LLB de Saclay et l'ILL de Grenoble est très pertinente, et doit donc si possible se pérenniser.
- La multidisciplinarité des enseignants chercheurs est un réel atout, si celle-ci est bien exploitée.

C) Biomatériaux et biomécanique :

L'axe principal de cette thématique s'articule autour de l'analyse des contraintes en biomécanique et biomatériaux. Les travaux menés au sein du LISM visent à mieux identifier les paramètres discriminants du mouvement humain ou du biomatériau à partir de l'analyse des contraintes mécaniques résiduelles ou appliquées, car elles jouent un rôle essentiel dans la tenue en service des structures complexes homme / machine ou homme / biomatériau. Trois sous thèmes principaux sont abordés : l'analyse des contraintes Homme/ Machine, l'analyse des contraintes mécaniques dans les biomatériaux implantables et les implants dentaires.

- **Analyse des contraintes Homme/ Machine.**

Ce travail de recherche vise à améliorer les performances des athlètes de haut niveau ainsi que le confort des patients par l'étude de l'ergonomie gestuelle qui vise notamment à minimiser les contraintes au niveau articulaire dans des situations réelles de terrain et non pas uniquement de laboratoire. Cette approche originale et innovante mérite d'être développée. Enormément de points restent à investiguer, tant du point de vue instrumentation que du point de vue modélisation. L'interdisciplinarité est ici un atout majeur. Le domaine de la physique du sport est porteur (scientifiquement et en terme d'image), et il est dommage qu'il repose uniquement sur deux à trois personnels publiants.

Le LISM est reconnu dans le domaine de l'évaluation des sportifs de haut niveau, aussi bien au niveau régional (suivi de performance des athlètes de l'EFSRA, pôle de handball du CREPS de Reims), que national (Equipe cycliste professionnelle COFIDIS, suivi de l'équipe de France de BMX double médaillée Olympique à Pékin...). Le laboratoire dispose d'outils de pointe pour l'analyse tridimensionnelle du mouvement (système de capture de mouvement VICON), des paramètres physiologiques (mesures des échanges gazeux) et des contraintes biomécaniques (puissance et force musculaire) rencontrées dans les conditions réelles de locomotion. Des travaux ont été engagés en association avec l'Institut Médico Sportif de Troyes. Ces actions permettant d'augmenter la pertinence des protocoles expérimentaux, et par la même le niveau des publications scientifiques qui sont à encourager.

- **Analyse des contraintes mécaniques dans les biomatériaux implantables.**

L'originalité des travaux, très intéressants, porte sur l'évaluation des contraintes par diffraction des neutrons et rayonnement synchrotron de haute énergie. Le LISM est pionnier de cette technique en France. Là encore, l'interdisciplinarité est un atout important et mérite d'être développée, de même que les collaborations avec le LLB de Saclay, l'ILL et l'ESRF de Grenoble. Les travaux ont concerné l'étude de l'interface hydroxyapatite / titane dont la caractérisation est particulièrement importante dans le domaine de la chirurgie orthopédique, la chirurgie maxillo-faciale ou l'implantologie dentaire. Des recherches originales ont également été menées pour caractériser l'orientation cristalline de l'os cicatrisant au contact d'un implant. Cette activité centrale génère un lien de plus en plus étroit avec l'industrie, en favorisant l'émergence de nouveaux biomatériaux aux caractéristiques intrinsèques innovantes. Ce dernier point s'illustre notamment au travers de thèses ou de contrats avec des sociétés reconnues, et soulignent le caractère novateur des recherches.



- **Implants dentaires.**

Les travaux passés ont principalement concerné la fabrication d'alliages dentaires par coulée continue. L'expérience du LISM, dans ce domaine, est importante, suite à sa participation au projet européen DENTICAST (France, Allemagne, Italie), portant sur la mise au point d'une machine de coulée universelle fonctionnant sous vide secondaire. Le projet a été abordé essentiellement sous des aspects technologiques. Pour être pérenne, il doit maintenant faire l'objet d'une étude plus fondamentale. Dans cette optique, une partie des activités du laboratoire va s'orienter sur l'étude et la fabrication d'implants dentaires résorbables permettant de reconstituer ou augmenter les volumes osseux. A cet effet des alliages de magnésium seront utilisés pour réaliser des supports mécaniques temporaires permettant de pérenniser la fonction de locomotion, ou, dans le cas des maxillaires, la mastication, la déglutition, la phonation ... Les composants seront conçus sur mesure, en s'appuyant sur les données d'imagerie médicale du patient. Le prototypage rapide servira ensuite à fabriquer la pièce manquante, en associant le chirurgien à la démarche, afin de comprendre les voies d'accès à la mise en place et à la stabilisation de l'implant. Cette thématique d'avant-garde semble particulièrement innovante.

- **Appréciation du projet :**

Les travaux de recherche menés dans l'axe biomatériaux et biomécaniques sont originaux et bien positionnés. Concernant l'analyse des Contraintes Homme / Machine, il faudra toutefois garder une activité scientifique relativement amont, et ne pas uniquement réaliser des travaux d'ingénierie et de soutien au sport de haut niveau.

- **Points faibles :**

La principale faiblesse des actions menées sur l'axe biomatériaux et biomécaniques est associée au faible nombre d'enseignants chercheurs impliqués dans la thématique.

- **Points forts :**

- La collaboration étroite avec la thématique B2 et en particulier l'accès aux grands instruments,
- La forte reconnaissance régionale, nationale et internationale du LISM, avec une participation active à des projets et des réseaux.
- L'interdisciplinarité qu'il convient d'exploiter.
- Les partenariats industriels, générateurs de contrats et de thèses.



Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux (LISM)	A	A+	A	A	A

- C1 Qualité scientifique et production
 C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement
 C3 Gouvernance et vie du laboratoire
 C4 Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques (État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

- ST1 Mathématiques
- ST2 Physique
- ST3 Sciences de la terre et de l'univers
- ST4 Chimie
- ST5 Sciences pour l'ingénieur
- ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Reims, le

13 AVR. 2011

Le Président de l'Université de Reims
Champagne-Ardenne

à

Mesdames, Messieurs les Membres du
Comité de l'AERES

Référence à rappeler
Secrétariat de la Présidence
presidence@univ-reims.fr
N/Réf. : 76 /11/PRES/RV/MG

Objet : S2UR120001886 - Laboratoire d'Ingénierie et Sciences des Matériaux (LISM) - 0511296G

Mesdames, Messieurs,

En tout premier point, le porteur du projet LISM tient, au nom de tous les personnels engagés, à remercier les membres du comité pour le travail d'expertise mené tant pour la manière dont s'est déroulée l'évaluation que pour les conclusions tirées qui aideront grandement le fonctionnement du laboratoire.

La photographie qui ressort, à la lecture du rapport, correspond tout à fait à celle qu'en ont les personnels du LISM, équipe en création par le regroupement de chercheurs provenant d'horizons variés mais volontaires pour développer des champs de recherches pluridisciplinaires, tout en maintenant les acquis scientifiques obtenus précédemment, en croisant recherche scientifique amont et applications industrielles.

Concernant les points à améliorer ou à risque mis en avant pages 5 et 6 du rapport, la multidisciplinarité qui est à juste titre relevée comme réel atout sera utilisée pour une véritable mise en commun des compétences sur les thèmes présentés pendant la journée d'expertise : biomatériaux, oxydes et semi-conducteurs, polymères et matériaux composites et traitements de surface et matériaux pour l'outillage.

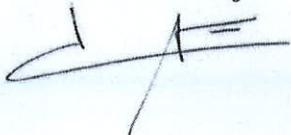
Des séminaires seront organisés régulièrement pour souder les groupes constitutifs du laboratoire et permettre une réelle connaissance par tous des développements scientifiques réalisés ; le but est progressivement de ne plus avoir d'(anciennes) équipes centrées sur des thèmes historiques, mais des groupes de travail sur projet faisant participer les personnes en fonction de leurs compétences particulières. Dans ce sens, un effort sera entrepris dès cette année de transition pour faire émerger des projets de niveaux régional, national et international qui, déposés l'année prochaine, permettront de mettre en action des regroupements pluridisciplinaires et également d'obtenir les moyens financiers nécessaires pour maintenir (et agrandir) le parc des matériels scientifiques. Ceci doit également permettre aux enseignants chercheurs des sites excentrés à Charleville-Mézières et à Troyes de participer activement aux travaux du LISM sans souffrir du phénomène d'éloignement.



De même, le LISM s'engage à définir une politique volontariste grâce à son conseil de laboratoire et avec le soutien de sa tutelle pour orienter les postes d'enseignants chercheurs sur les thématiques fortes et reconnues avec une attention particulière quant au problème de l'accès aux grands instruments et aux liens avec le CEA que le LISM tient absolument à conserver.

Je vous prie d'agréer, Mesdames, Messieurs, l'expression de mes sincères salutations.

Jean-Paul CHOPART
Porteur du Projet



Richard VISTELLE
Président de l'Université
De Reims

