



HAL
open science

LaMCoS - Laboratoire de mécanique des contacts et des structures

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LaMCoS - Laboratoire de mécanique des contacts et des structures. 2010, Institut national des sciences appliquées de Lyon. hceres-02032384

HAL Id: hceres-02032384

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032384v1>

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

LaMCoS - Laboratoire de Mécanique des Contacts et
des Structures

sous tutelle des
établissements et organismes :

CNRS

INSA Lyon

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

LaMCos - Laboratoire de Mécanique des Contacts et
des Structures

Sous tutelle des établissements et
organismes

CNRS

INSA Lyon

Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire de Mécanique des contacts et des Structures

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : UMR 5259

Nom du directeur : M. Alain COMBESURE

Membres du comité d'experts

Président :

M. Michel RAOUS, LMA/CNRS, Marseille

Experts :

M. Piotr BREITKOPF, Roberval, UTC Compiègne

M. Jean FRENE, LMS, Poitiers

M. Jean-Claude GELIN, FEMTO, Besançon

M. Jean-Michel GENEVAUX, LAUM, Le Mans

M. René GRAS, LISMMA, Supmecca Paris

Expert(s) proposés par des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD.....) :

Mme Isabelle BRUANT, au titre du CNU

M. Frédéric LEBON, au titre du CoNRS

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Pierre MONTMITONNET, CEMEF, Mines-Paristech

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

M. Dominique LEGUILLON, Chargé de Mission INSIS, CNRS

M. Daniel BARBIER, Directeur Adjoint de la Recherche, INSA

M. A. LHERITIER et S. MAGNETO, Représentants la Délégation Régionale CNRS



Rapport

1 • Introduction

La visite s'est déroulée comme suit :

- 21 janvier 2010 : exposés publics du Directeur et des responsables d'équipes le matin, visites de 2 heures de chacune des équipes, rencontre à huis clos avec le personnel par catégorie et exposé des tutelles l'après-midi.
- 22 janvier 2010 (matin) : discussion supplémentaire avec le Directeur et réunion de travail du Comité.

Le Comité a délégué deux de ses membres sur chaque équipe pour la visite approfondie du 21 janvier et pour la rédaction d'une première version de l'analyse par équipe du rapport, la forme finale étant le résultat d'un travail collectif.

Le LaMCoS est le fruit d'une restructuration de la recherche en mécanique des contacts et des structures sur le site de l'INSA qui s'est déroulée en deux étapes. La première, menée en 2003, a intégré deux équipes d'accueil (le CASM, dir. D. Play, et le LMSO, dir. M. Brunet) à deux UMR existantes qui sont devenues le LDMS, dir. R. Dufour, et le LaMCoS, dir. A. Combescure. La seconde menée en 2007 a réuni ces deux UMR pour n'en former qu'une seule, le LaMCoS dans sa forme actuelle.

Le domaine de recherche du LaMCoS relève de ce qu'on peut désigner par « Mechanical Engineering » associant des programmes expérimentaux tout à fait remarquables, le développement d'outils de modélisation originaux et performants et des actions de transfert nombreuses. Dans le cadre général de l'analyse statique ou dynamique des systèmes mécaniques, les études sur le contact, l'endommagement et les vibrations constituent des points saillants pour le laboratoire.

Le LaMCoS est composé de 4 équipes de recherche, deux d'entre elles (TMI et MSE) comportant deux sous-groupes :

- Tribologie et Mécanique des Interfaces TMI (Y. Berthier)
- Systèmes Mécaniques et Contact SMC (Ph. Vélex)
- Mécanique des Solides et Endommagement MSE (M. Brunet)
- Dynamique et Contrôle des Structures DCS (R. Dufour)

et d'une équipe d'appui fonctionnel transverse.

La gouvernance et la structure opérationnelle du LaMCoS sont articulées de la manière suivante :

- le Directeur,
- un Comité de Direction composé du Directeur et des Responsables d'Equipes et de Groupes,
- le Conseil de Laboratoire (Directeur, 3 cadres A, 4 cadres B, 4 ITA, 4 doctorants),
- un Conseil Scientifique (4 cadres A, 4 cadres B, 4 ITA, 4 doctorants, tous élus),
- et trois commissions : Communication, Informatique, Locaux.



| 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) | 45 | 45 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 6 | 7 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) | 7 | 7 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 21.1 | 21.35 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 7.3 | 5.3 |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité et formulaire 2.7 du dossier projet de l'unité) | 70 | - |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 27 | 27 |

2 • Appréciation sur l'unité

Le LaMCoS est un laboratoire d'excellence qui se situe parmi les laboratoires de référence dans le domaine des sciences et de la technologie. Des programmes expérimentaux originaux et de qualité associés au développement d'outils de modélisation performants sur des problèmes d'actualité lui donnent une visibilité et une reconnaissance nationale et internationale avérée.

On doit souligner la réussite du processus de restructuration engagé depuis de nombreuses années par des regroupements successifs autour de thématiques bien ciblées. Il a conduit à un gros laboratoire de sciences pour l'ingénieur (de 160 personnes dont 70 doctorants), qui constitue un espace globalement serein de travail avec des synergies efficaces.

La production scientifique est élevée (moyenne de 1.92 publications/publiant/an, taux de publiants de 94%), les actions de formation et d'encadrement sont nombreuses (70 doctorants) et les activités de transfert sont soutenues et bien choisies.

• Points forts et opportunités

- Succès de l'opération de restructuration. Il s'agit d'une action remarquable de la direction et des acteurs du laboratoire. Cette opération est un succès, elle a permis d'augmenter la visibilité, de rationaliser les moyens et surtout d'enrichir mutuellement les diverses thématiques avec l'émergence de quelques thèmes transverses, comme l'action biomécanique, qui reste certes à étendre.

- Une identité du laboratoire claire et reconnue sur l'association d'expérimentation fine et de modélisation numérique efficace pour l'analyse des performances et de l'intégrité des systèmes mécaniques avec des points forts tels que :

- a) le développement de la tribologie numérique,
- b) la conception et la réalisation d'appareillages et de bancs d'essais originaux voire uniques (on citera par exemple le Tribogyr réalisé avec SKF, l'exploration in situ de la vie d'un contact à l'échelle micrométrique, un banc de mesure de pertes par barbotage pour les engrenages, etc),
- c) le développement d'outils numériques performants (X-FEM, multigrilles et solveurs très rapides en élastohydrodynamique, etc) et le couplage calcul/corrélation d'images,



- Un positionnement actif sur des actions fédératives régionales : pilotage du Carnot I@L, partenaire du projet du projet de Collégium Ingénierie et Interfaces à Lyon (C2I@L) et partenaire du Centre Lyonnais de Microscopie (CLYM)...

- Un investissement significatif également au plan national et international qu'il s'agisse de grands programmes (ANR, Europe) ou des engagements et des fonctions de ses personnels.

- Une production scientifique éloquent.

- Des actions de formation soutenues s'appuyant sur un vivier d'étudiants de qualité : 70 thèses en cours, 58 soutenances sur 2005-2008 (dont 92% sont accompagnées de publications ACL), très bonne insertion professionnelle des docteurs (dont 55% ont un poste dans le privé et 27% dans l'enseignement supérieur et 6% à l'étranger).

- Des actions de transfert nombreuses s'appuyant sur des collaborations industrielles pérennes avec par exemple SKF, RATP/SNCF (le LaMCoS est un laboratoire de référence pour le contact roue-rail), Volvo (le LaMCoS est l'un des deux Academic Privileged Partners) et un tissu de partenaires.

• Points à améliorer et risques

- Unité géographique. Le laboratoire est encore localisé sur deux sites sur le campus de l'INSA et ceci est un problème d'importance. Une action associant réhabilitation de locaux et construction nouvelle est engagée, dans le CPER et le plan Campus, pour donner une unité de localisation à la mécanique (recherche et enseignement). Elle fait partie d'une action d'envergure engagée par l'INSA pour créer un « quartier Ingénierie » sur le site. Son succès sera un point clé de l'évolution du laboratoire.

- Renforcer les actions transverses en interne. Le thème transverse autour de la biomécanique et de la biotribologie est une réussite qu'il s'agit de poursuivre et de structurer. Mais il y a aussi d'autres thèmes qui devraient communiquer davantage. La fissuration et la simulation de l'usinage à grande vitesse en sont un exemple mais la réflexion devra être plus large sur le renforcement des actions transverses.

- Vigilance sur la diversité. Au-delà des grands sujets qui sont au cœur de ces compétences, quelques thèmes plus éloignés du champ thématique principal sont abordés au laboratoire. Il s'agit de sujets sur lesquels les méthodes, les démarches scientifiques, les outils théoriques ou numériques de modélisation apportent quelque chose de nouveau et ceci est excellent. Pour la biomécanique, l'opération est particulièrement réussie puisqu'elle a conduit à une action transverse au sein du laboratoire et les inquiétudes du précédent Comité d'Evaluation sont maintenant dissipées. En mécanique du bois ou sur les matériaux tissés, il s'agit d'opportunités qui se sont développées plus ponctuellement. Ces actions sont intéressantes mais il importe de veiller aux échanges de ces petits groupes avec les laboratoires représentatifs sur ces sujets (par exemple Montpellier, Bordeaux ou Nancy pour le bois et Mulhouse pour les tissés).

- Renouvellement des personnels. Le LaMCoS a dû et devra encore faire face à des départs en nombre, que ce soit pour des raisons de promotions (passage professeur) ou de départs à la retraite. Un flux de recrutement soutenu d'enseignants-chercheurs (1 poste de professeur, 9 MdC), doublé d'un fort soutien du CNRS (3 CR, 1 IE) sur la période récente, a permis un renouvellement des énergies dans la continuité avec également apport de compétences nouvelles. Des problèmes vont se poser dans un avenir proche, notamment en ce qui concerne les ITA, que ce soit en terme de nombre ou de répartition dans les équipes. Un plan de recrutement serait certainement très utile pour négocier avec les tutelles dont le soutien sera nécessaire. Il devrait faire apparaître les besoins futurs du laboratoire en personnel en fonction des projets de recherche et des compétences nécessaires pour les mener à bien, et non pas en termes de remplacement pur et simple des départs. Il devrait aussi montrer comment capitaliser et partager ces compétences, par la mutualisation. Un projet de cet ordre a été exposé, avec la création d'un axe transverse « simulation numérique » qui pourrait être soutenu par le recrutement et la mutualisation d'un ingénieur calcul.

• Recommandations

Le Comité approuve dans son ensemble le choix des grandes orientations scientifiques du Laboratoire.

Au sein de 3 de ses équipes, le LaMCoS développe des travaux de recherches en biomécanique et ingénierie du vivant (biomécanique, aide à la circulation sanguine) en appui aux technologies de la santé. Ces travaux demandent sans doute à être mieux structurés dans le cadre d'un projet inter-équipes au sein du Laboratoire, pour gagner en



ampleur et reconnaissance. Ceci était déjà une remarque de l'évaluation précédente (« afficher plus clairement les travaux en biomécanique »).

Le Comité formule également quelques recommandations de caractère plus général :

- améliorer les Séminaires du laboratoire : augmenter leur nombre avec invités extérieurs (actuellement un seul par mois), suggestion d'organiser ces séminaires (ou une partie d'entre eux) en commun avec le LTDS afin de renforcer les liens,

- encourager la mobilité « sabbatique » sortante : alors que le nombre d'invités extérieurs pour des séjours est important, celui des membres du laboratoire en séjour sabbatique à l'extérieur est modéré,

- associer les ITA aux publications en faisant apparaître leur nom parmi les auteurs chaque fois que cela se justifie par une contribution scientifique,

- renforcer le débat de consultation interne dans les équipes avant les réunions du Comité de Direction,

- renforcer l'implication de la direction auprès des responsables d'équipes pour l'établissement des dossiers de carrière et les entretiens annuels qui semblent être confiés essentiellement à ces derniers.

Le Directeur d'Unité souhaitant passer la main, une procédure de recherche de candidat à l'extérieur du laboratoire a été lancée, comme ceci avait été le cas pour la succession précédente. Elle n'a pu aboutir pour Janvier 2011. Il est maintenant question de trouver un successeur pour janvier 2012. Le Comité d'évaluation soutient cette démarche et attire l'attention des institutions sur l'éventuelle nécessité d'une attribution de poste pour mener à bien cette entreprise.

- **Données de production :**

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet | 49 |
| 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 $[A1/(N1+N2)]$ | 94% |
| Nombre d'HDR soutenues | 6 |
| Nombre de thèses soutenues | 63 |
| Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...) | |

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Le laboratoire est bien identifié et reconnu sur l'association d'expérimentations fines et de modélisations numériques performantes pour l'analyse des systèmes mécaniques. C'est un laboratoire de référence sur la compréhension des phénomènes tribologiques (saluons les développements récents de la tribologie numérique), le dimensionnement des engrenages, les endommagements sous conditions extrêmes, les structures tournantes et bien sûr les méthodes numériques performantes en calcul des structures.

La production scientifique forte et de qualité souligne le rayonnement du laboratoire et sa reconnaissance comme un laboratoire de référence sur ses principaux thèmes de recherche :



- 286 articles dans les revues à comité de lecture,
- 454 conférences dans les colloques,
- 10 participations à des ouvrages, 1 ouvrage en ligne, 1 édition d'ouvrage
- 16 conférences invitées dont 7 keynote lectures,
- 58 thèses soutenues (dont 92% ont conduit à une publication sur WoS),
- 6 HDR soutenues.

Les travaux du Laboratoire sont présents dans les revues internationales représentatives de Tribologie (Wear, Tribology Int...), de Mécanique et Vibrations (Eur. J. Mech., Int. J. Solids Struct., JSV, JASA), de Mathématiques Appliquées (SIAM J Math Anal.) et de modélisation numérique (CMAME, IJNME, ...) pour n'en citer que quelques-unes. Plusieurs chercheurs sont bien reconnus au plan international (16 conférences invitées, participation à 10 comités éditoriaux, organisation de 5 conférences, un docteur Honoris Causa de l'Université de Budapest, un prix de l'Académie des Sciences en Mécanique, 2 Fellows ASME et IACM).

Pour mesurer la production moyenne des membres du laboratoire, le calcul est présenté dans le rapport en faisant la moyenne du nombre de publications par an de chaque EC ou chercheur (formulaire 2.1 et 2.2) ; on obtient une moyenne de 1.92 articles/an (logique de l'évaluation individuelle). Si on divisait le nombre total de publications par le nombre (N1 + N2), nous aurions alors une moyenne de 1.4 articles/an/EC ou chercheur (logique de laboratoire), nombre qui reste très élevé dans notre communauté. Cette différence mesure le degré de co-publication au sein du laboratoire. On notera aussi le taux de publiants de 94%.

L'implication du LaMCoS dans le transfert et la valorisation est forte et bien maîtrisée, ce qui est un autre point d'excellence du laboratoire.

Le Laboratoire trouve 2/3 de ses ressources propres (1.9M€) dans des contrats industriels (montant 1.2M€). Parmi ces contrats nombreux, on voit émerger des actions d'envergure et pérennes :

- programme MAIA, pilotage CNRS/SNECMA,
- RATP/SNCF, le LaMCoS est laboratoire de référence pour le contact roue-rail,
- SKF avec la conception et la réalisation du Tribogyr et l'accueil d'un ingénieur (ayant soutenu son HDR dans la période),
- mise en place de INZAT5 avec EDF Framatome et CEA autour de la simulation de procédés de soudage (3 thèses en cours),
- Volvo, dont l'INSA de Lyon est l'un des deux partenaires Academic Partner Program non Suédois (avec Penn State University),
- Le CETIM vient de se désengager du laboratoire commun TRANSMECA avec l'INSA sur les engrenages et la transmission mécanique (avec retrait d'un ingénieur CETIM mis à disposition), pour des raisons internes au CETIM semble-t-il.

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

Les chiffres suivants illustrent la très forte reconnaissance du LaMCoS par la communauté scientifique sur toutes les tranches d'âge de ses personnels :

- 11 doctorants primés dont 4 au niveau international (et ceci est tout à fait remarquable)
- un docteur Honoris Causa de l'Université de Budapest
- un prix de l'Académie des Sciences en Mécanique
- des Fellows ASME, IACM



- un Président de société savante européenne (ESAFORM)

- 16 conférences invitées dont 7 keynote lectures.

- + la présidence du CSMA, des éditeurs en chef de journaux (REMN, MI) + plusieurs membres d'Editorial Boards (IJSS, NED, Wear, IJT, Tribology letters, JVC, Shock & Vibrations, IJNME),

Le Laboratoire a fait preuve d'une forte attractivité au niveau international en accueillant :

- 5 visiteurs en séjour longue durée (Bruxelles, Pays Bas, Brésil, USA + un ingénieur SKF (avec soutenance d'une HDR),

- 3 invités sur séjour court dont 2 sur des postes de DR invité (USA, Inde, Maroc),

- 10 post-doctorants (USA, Roumanie, Inde, ...).

Le rôle important du LaMCoS dans la communauté scientifique est encore marqué par ses actions d'organisation de congrès ou de conférences : en tribologie, Lyon-Leeds tous les 2 ans et JIFT en 2008 ; un séminaire IUTAM en 2006 « Evolving Discontinuities », le remarquable succès d'ESAFORM 2008, le congrès CSMA en Calcul de Structures de Giens en 2007 (avec le LTDS), ...

On notera une forte représentation du Laboratoire dans les instances INSA (CA, CS,...). Le LAMCOS a aussi des membres élus au CNU, un de ses leaders a assuré la présidence de la Section 09 du Comité National, d'autres sont présents dans les Conseils Scientifiques de grands groupes industriels (CEA, ONERA, SNCF, ...). Ajoutons la coordination de 2 projets ANR.

Les ressources ANR+ANRT représentent 1.251 M€ (en consolidé) soit 16% du budget (4 ANR + 3 FCE). Il faut souligner un très bon taux de succès sur les projets ANR (dont 2 en tant que coordinateur). La valorisation des recherches se mesure aussi aux contributions au développement de logiciels éléments finis commerciaux (ANSYS, RADIOSS, PAM-CRASH, EDF ASTER, CEA CASTEM, EUROPLEXUS)

Dans sa participation aux actions structurantes de la recherche et de la valorisation, le LaMCoS agit souvent en leader ou pilote : participation au Pôle de Compétitivité Lyon Urban Truck and Bus (LUTB), montage de MECASTIL dans le cadre de la mise en place d'un Pôle de Mécanique, participation à la fédération FEDERAMS et au Cluster MACODEV, responsabilité de la Plateforme PRECAM, fondation du groupe pluridisciplinaire en plasturgie (GRPP) ; ou encore, au plan national, l'animation de MAIA (CNRS / SAFRAN), ... Il assure de plus le pilotage du Carnot I@L (11 laboratoires, 500 EC, 200 IATOS et ITA, 200 doctorants, 45 M€ de CA) sur lequel s'appuie aujourd'hui le projet de création du Collegium Ingénierie et Interfaces à Lyon (C2I@L), et qui joue aussi un grand rôle dans le rapprochement du LaMCoS et du LTDS.

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

Le LaMCoS est structuré en 4 groupes, mais le souci de la Direction d'une part de favoriser les interactions et la transversalité, et d'autre part de rationaliser les moyens, se concrétise par un axe transverse autour de la Biomécanique, et par le fait que les fonctions mutualisables sont assurées par une équipe d'appui fonctionnel et des commissions dédiées. Chaque équipe associe expérimentation et simulation numérique, ce qui conduit à une fertilisation croisée des recherches (tribologie numérique, corrélation d'images, ...).

Les Responsables d'équipes et de groupes sont associés à la gouvernance. Les règles sont claires, cette organisation a montré son efficacité et recueille le soutien des membres du laboratoire, comme l'ont montré les entretiens. Ce souci de fonctionnement communautaire se retrouve dans le soutien du laboratoire chaque année à un investissement lourd dans une équipe (MEB - TMI en 2007, Barres de Hopkinson - MSE en 2008, Topographie - SMC en 2009 et Vibromètre Laser - DCS en 2010). Il conduit le Laboratoire à des investissements conséquents et réfléchis.

On notera aussi l'attention particulière portée par le Directeur à la vie sociale du laboratoire, sous forme tant de réunions scientifiques que de rencontres festives annuelles, dont la fonction est d'importance dans le contexte historique et géographique du laboratoire.

Un soin particulier a été apporté à la communication dans le dernier mandat et le LaMCoS s'appuie maintenant sur un site Web performant et actualisé, à la fois pour la communication externe et pour la vie interne du Laboratoire.



Les personnels sont fortement investis dans les actions d'enseignement à l'INSA et le nombre de doctorants au Laboratoire est le signe de la qualité de ces enseignements qui ont donné le goût de la recherche aux étudiants (au dire même des doctorants).

- **Appréciation sur le projet :**

De manière un peu raccourcie on pourrait dire que le projet annonce essentiellement la poursuite et le prolongement des actions en cours, avec des points particuliers qui seront précisés par équipe. Et l'avis du Comité est que c'est la bonne voie. Les choix de recherche relatifs à la maîtrise de la conception et de la durée de vie des systèmes complexes sont tout à fait pertinents. Ne pas céder au chant des sirènes des effets de mode et des affichages relève d'une qualité d'analyse bienvenue et constitue le signe d'une bonne vision scientifique sur les enjeux de demain. Les progrès technologiques dans les domaines du transport et de la production d'énergie notamment passent par des recherches pointues en mécanique des structures et des interfaces, sur lesquels les problèmes ouverts sont nombreux et pour lesquels le LaMCoS a des compétences reconnues.

Le LaMCoS est positionné dans un champ de recherche et sur un corps de métier où les difficultés sont grandes et les verrous technologiques bien présents, et où le champ des connaissances reste encore largement à explorer. On peut citer pêle-mêle la compréhension et la maîtrise du comportement des interfaces, la fragmentation, les transformations tribologiques de surface (TTS), la maîtrise des incertitudes, le développement de méthodes de calcul rapide pour des processus très complexes, le contrôle de la qualité des calculs, la conception et l'étude des engrenages spiro-coniques... Les recherches menées en biotribologie, sur les approches multi-échelles pour le bois ou sur les structures tissées sont des actions tout à fait intéressantes qui montrent les apports de la mécanique sur ces sujets. Sur tous ces aspects, on ne peut qu'encourager la poursuite de recherches associant simulation numérique et expérimentation in situ et in vivo, un point fort du LaMCoS.

Autour de ces axes généraux, les actions nouvelles et innovantes se développent souvent à l'occasion d'un recrutement ou d'un stage à l'étranger. Le LaMCoS est attentif à ces opportunités de fertilisation dans ses recrutements. On note d'ores et déjà le démarrage d'actions sur la prise en compte des incertitudes, les éléments finis isogométriques, les méthodes asymptotiques numériques, les modèles multiphysiques complexes (barbotage et perte thermique dans les engrenages), les méthodes X-FEM et la maîtrise des erreurs...

Mais le Laboratoire devra faire face dans un avenir proche à de nombreux départs à la retraite (d'ITA en particulier) qui risquent de mettre en péril des pans de recherche extrêmement intéressants. Les compétences et l'expertise en expérimentation fine du Laboratoire devront être préservées. L'émergence de nouveaux thèmes, en simulation notamment, nécessitera aussi un soutien en personnel. La volonté de mise en place de structures transverses et la réflexion menée sur la mutualisation de moyens sont effectivement les pistes à suivre pour surmonter ces difficultés. Mais la vigilance des institutions pour le soutien en personnel de ce laboratoire performant sera de la plus grande importance.



4 • Analyse équipe par équipe

Intitulé de l'équipe : Tribologie et Mécanique des Interfaces (TMI)

Responsable : M. Yves BERTHIER

Les résultats présentés montrent un progrès réel dans la connaissance du comportement des interfaces et sa modélisation. L'applicabilité de ces avancées se mesure au travers d'études spécifiques menées dans l'équipe. On note la reconnaissance aussi bien par la communauté scientifique que par le milieu industriel qui sollicite l'intervention de cette équipe pour surmonter des verrous technologiques concernant les mécanismes en génie mécanique.

| Effectifs de l'équipe | Dans le bilan | Dans le projet |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 6,5 | 6,5 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 2 | 2 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) | 0 | 0 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 6 | 6 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 5 | 5 |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité) | 9 | 9 |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 2,5 | 2,5 |

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Cette équipe est internationalement connue pour la qualité de ses expériences fines en mécanique du contact et l'accompagnement récent par le développement de simulation numérique la conforte dans son positionnement de premier plan en tribologie et maintenant en tribologie numérique.

L'équipe TMI se subdivise en deux groupes :

- FULS : Frottement, Usure et Mécanique des Interfaces, dirigé par Y.BERTHIER
- ML2 : Modèles de Lubrification et Lubrifiants, dirigé par Ph.VERGNE

Des approches numériques du comportement du troisième corps (par éléments finis, éléments discrets ou granulaires) sont en cours de développement pour une modélisation prédictive de la formation et du comportement de celui-ci (tribologie numérique). L'aspect énergétique introduit récemment dans cette modélisation paraît prometteur et devrait conduire à des résultats significatifs. L'approche s'appuie sur l'analyse des nombreux résultats expérimentaux obtenus sur les équipements du laboratoire.



Le comportement des systèmes lubrifiés lourdement chargés concerne essentiellement l'étude et la modélisation multi-physique de la lubrification ElastoHydrodynamique (EHD). Sous sollicitations mécaniques sévères telles que celles qui s'établissent dans les contacts lourdement chargés, le comportement des lubrifiants n'est plus newtonien. Ceci induit que même si le calcul de l'épaisseur minimale du film reste relativement accessible, la détermination précise du frottement en présence de glissement (courbe de traction) reste encore un domaine partiellement exploré. L'application de ces recherches concerne essentiellement les contacts EHD dans les roulements, les engrenages et les systèmes cames - poussoirs, et suscite l'intérêt de nombreux industriels.

Les moyens expérimentaux de l'équipe sont constitués de dispositifs d'essais originaux, conçus et développés dans le laboratoire avec l'aide de financements industriels. Ce sont des équipements de qualité, instrumentés de manière à avoir accès aux principaux paramètres qui caractérisent une situation tribologique. Associés à des moyens d'analyse puissants propres à l'équipe ou accessibles dans le cadre d'actions fédératives avec d'autres établissements lyonnais, ils permettent d'effectuer des recherches originales pour mieux comprendre les nombreux phénomènes qui se manifestent dans les contacts. Parmi les derniers équipements très originaux développés par l'équipe, on citera le dispositif Tribogyr financé grâce au soutien de SKF, dont l'objectif est l'étude des contacts EHD sollicités en pivotement et glissement, mais dont l'utilisation pourrait facilement s'étendre à l'étude du frottement sec.

La qualité scientifique de l'équipe est avérée, tant par le nombre et la qualité de publications et conférences réalisées, que par les nombreuses relations contractuelles avec de nombreux partenaires universitaires, industriels français et étrangers. La production scientifique de l'équipe est satisfaisante : 15 Thèses soutenues, 87 publications ACL soit une moyenne de 2,3 publications/chercheur/an, participation à 3 ouvrages, et 3 brevets. Tous les membres sont publiants.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

L'équipe bénéficie d'une très bonne reconnaissance nationale et internationale : 4 prix internationaux jeunes chercheurs (dont 2 aux Etats Unis), 1 prix du doctorant 2008 à l'INSA, 1 Docteur Honoris Causa (Université de Budapest 2008), 3 invitations à des manifestations internationales, accueil de chercheurs ou post-docs étrangers, thèses en cotutelle. D'une manière générale, l'équipe a de nombreux contacts avec la communauté scientifique internationale.

L'attractivité de l'équipe se manifeste aussi par l'importance des financements externes (530 K€ annuels en moyenne) et la participation à de nombreux projets collectifs nationaux (5 projets) et européens (5 projets).

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

La gouvernance de l'équipe est assurée par son responsable dont le charisme se transmet à l'ensemble de l'équipe, qui est apparue lors de la visite très concernée et motivée. Les réunions d'équipe sont régulières, un groupe de travail transverse en Tribologie avec l'équipe SMC a été constitué (thèse de A. Mezaine). Parmi les points très positifs on peut noter un effort important sur des actions de recherche coopératives pluridisciplinaires (en modélisation notamment) et une implication active dans la structuration de la recherche locale (ANR « jeunes chercheurs » avec une équipe de LYON 1 par exemple).

On peut noter également une forte implication sur la formation et les responsabilités administratives, malgré le nombre réduit de cadres A.

L'équilibre actuel en personnel semble cependant pouvoir être remis en cause à moyen terme par un certain nombre de départs en retraite, d'ITA en particulier.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet de l'équipe TMI se place dans la continuité et un renforcement des travaux du quadriennal précédent en s'appuyant sur le « parallélisme » de démarche commune aux 2 groupes pour analyser le comportement des interfaces fluide et solide.

Ceci se traduit par le maintien d'une orientation comprenant simulations numériques plus fines et plus stables, et tests rhéologiques rigoureusement analysés et interprétés. Parmi les actions spécifiques, on peut noter le renforcement des actions pour obtenir des informations sur les champs de température dans le contact ; une



meilleure appréhension des épaisseurs de films ; une analyse plus fine des débits de premiers et troisièmes corps ; la prise en compte des instabilités de contact en couplant analyse de dynamique des structures et analyse tribologique, et en introduisant la génération et la propagation d'ondes dans le contact ; la réalisation d'un simulateur de frottement des contacts biologiques, pour conforter les simulations numériques du comportement des assemblages moléculaires qui agissent dans la lubrification articulaire.

L'objectif final de ces études concerne la conception de modèles prédictifs du frottement et de l'usure des contacts ; la démarche paraît cohérente. Il serait cependant intéressant dans la présentation du projet de faire apparaître plus nettement le rôle de l'environnement (température et réactivité des surfaces) dans la constitution et le maintien du troisième corps, rôle que l'on sent sous-jacent dans les travaux précédents.

- Points forts :

- L'association étroite entre modélisation et observations expérimentales, primordiales dans une discipline aussi complexe que la tribologie,

- Une grande expérience dans la conception et la réalisation d'équipements spécifiques pour accéder à la simulation et à l'observation des phénomènes d'interface,

- La motivation remarquable de l'ensemble des personnels.

- Points à améliorer et risques :

- Du fait de plusieurs départs en retraite dans les années qui viennent, il semble que le risque majeur pour cette équipe concerne le maintien des compétences d'une équipe dont les travaux s'appuient sur des techniques et connaissances spécifiques. Dans un avenir proche, il conviendra de préserver les compétences en montage d'expériences fines après le départ prochain de deux ITA. A l'échelle des 8 ou 10 ans à venir, c'est la succession des deux animateurs de l'équipe qu'il conviendra de préparer.

- Recommandations :

- L'équipe doit favoriser le contact de ses chercheurs avec d'autres équipes travaillant dans des domaines connexes et ayant des approches soit plus globales, soit légèrement différentes, du comportement des interfaces et de leur interaction avec l'environnement physique, chimique et mécanique du contact.

- Si les doctorants réalisent des séjours dans des universités étrangères, les chercheurs permanents ne sollicitent pas l'attribution de stages ou congés sabbatiques pour des séjours dans des laboratoires dont les activités de recherche sont voisines de celles de TMI. Ils sont encouragés à le faire.

- Sur un plan plus technique, les simulations doivent prendre en compte non seulement la non-linéarité des phénomènes, mais aussi veiller à intégrer la présence de seuils dans le comportement des premiers et troisièmes corps.



Intitulé de l'équipe : Mécanique des Solides et Endommagements (MSE)

Responsable : M. Michel Brunet

Les résultats obtenus par l'équipe MSE, ses apports sur les approches numériques et les méthodes de mesures et caractérisations, sont de première importance et ont permis l'obtention de résultats significatifs, reconnus par la communauté scientifique, et par ailleurs utilisables au niveau industriel, pour appréhender la tenue en service des structures, et la mise en forme de celles-ci. L'équipe doit continuer sur sa lancée, en capitalisant sur ses points forts.

| Effectifs de l'équipe | Dans le bilan | Dans le projet |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 16 | 16 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 3 | 3 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) | 1 | 3 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 1.5 | 1.5 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 1 | 0 |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier bilan de l'unité) | 35 | - |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 10 | 10 |

L'Equipe "MSE" Mécanique des Solides et des Endommagements traite de mécanique non linéaire des matériaux et s'intéresse à la compréhension des relations entre élaboration, propriétés, performances, et durée de vie des composants et systèmes mécaniques, avec une approche mixte couplant simulations et essais. Elle comprend deux groupes :

- 1) ISE : Intégrité sous Sollicitations Extrêmes (ISE), dirigé par Alain Combescure,
- 2) MEPM : Maîtrise de l'Elaboration des Pièces Mécaniques (MEPM), dirigé par Michel Brunet.

Les objectifs communs aux deux groupes concernent le développement de méthodes originales, tant numériques qu'expérimentales, afin d'apprécier la tenue en service des composants et des structures, en particulier sous sollicitations extrêmes. Les travaux combinent le développement d'outils de simulation numérique et l'expérience. Les deux groupes utilisent nombre d'approches et d'éléments communs, dont les techniques de corrélation d'images permettant notamment d'apprécier et quantifier les déformations locales, en particulier en pointe de fissure.

La qualité scientifique de l'équipe est avérée, tant par la qualité et la quantité des publications scientifiques dans des journaux reconnus, que par les relations contractuelles avec de nombreux partenaires industriels ou institutionnels dans le cadre de contrats pluriannuels, ainsi que par la reconnaissance nationale et internationale des recherches effectuées.

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Les recherches développées par l'équipe sont originales : approches novatrices pour les simulations numériques, développements expérimentaux où les techniques de mesures permettent l'accès aux grandeurs locales. Soulignons les apports en simulation par éléments finis : développement de nouvelles approches comme les X-FEM, ou encore travaux récents associés aux éléments finis isogéométriques. Le couplage des mesures de champs par



corrélation digitale d'images (X-DIC) avec les éléments finis fournit un cadre unifié pour des comparaisons calculs-essais. Ce type d'approche donne accès aussi bien aux grandeurs macroscopiques, que microscopiques.

L'équipe a produit 110 publications sur 4 ans, soit un ratio de 1,45 publication/an par chercheur, et tous ses membres sont producteurs. Le nombre de thèses soutenues sur le quadriennal est conséquent (23) et il y avait 35 thèses en cours au 30 juin 2009 !

La qualité et la pérennité des relations contractuelles est excellente, et les recettes contractuelles représentent près de 60% des recettes globales. Par ailleurs ces recettes sont pérennes, compte tenu du caractère pluriannuel et renouvelable des contrats avec de grands groupes (SNECMA, SAFRAN, EADS, RENAULT...). Il y a assez peu de relations avec les PMI et PME. Le dispositif Carnot I@L est utilisé à bon escient ; il permet, grâce à l'abondement, de dégager des ressources pour initier ou soutenir de nouveaux thèmes. Si l'équipe participe également à plusieurs projets ANR, on ne note pas de projets FUI dans le cadre des pôles de compétitivité, Rhône-alpins en particulier.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

La contribution de cette équipe est importante pour le rayonnement et l'attractivité du laboratoire décrits en termes élogieux dans le chapitre général sous ses différents aspects (prix, distinctions, invitations, capacité d'accueil, participation à des programmes internationaux, ...). On notera l'implication de certains de ses membres dans des comités ou agences nationales (Présidence de la section 09 du Comité National, responsabilité scientifique du programme ANR Mat&Pro, etc), dans l'organisation de Congrès internationaux importants, ainsi que dans des sociétés savantes nationales et internationales. Au plan régional, l'équipe est particulièrement impliquée dans le Carnot i@L, et dans le projet C2I@L (Collegium Ingénierie et Interfaces à Lyon). Ils sont également impliqués en tant qu'utilisateurs dans la Structure Fédérative CLYM (Centre Lyonnais de Microscopie).

Les membres de l'équipe sont largement impliqués dans les activités de formation, au sein de deux départements d'enseignement de l'INSA Lyon.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

La consultation et l'information de l'équipe se font à l'occasion d'un séminaire scientifique mensuel. On note cependant qu'il apparaît assez peu de collaborations entre les deux groupes MEPM et ISE. Elles pourraient être renforcées, notamment sur la simulation de la coupe à grande vitesse, où les développements de l'équipe ISE seraient d'un apport certain. De façon réciproque, les compétences expérimentales et instrumentales de MEPM pourraient être mises davantage à profit.

- **Appréciation sur le projet :**

L'équipe possède une stratégie claire, notamment par rapport aux recrutements et à l'intégration des nouveaux chercheurs, pour consolider ses compétences et ses domaines forts et porteurs. L'équipe cherche en particulier à diversifier ses compétences pour aborder de nouveaux thèmes, comme les contacts hétérogènes ou encore multicouches, afin de franchir des sauts conséquents et de lever des verrous, notamment dans le domaine de la simulation des procédés.

Le projet scientifique du LaMCoS et celui de l'Equipe MSE en particulier, s'inscrit naturellement dans la continuité des activités passées avec plusieurs axes de développements scientifiques :

1) la dynamique transitoire avec couplages entre méthodes SPH et X-FEM, et les techniques connexes pour le contrôle de la précision des calculs,

2) le couplage entre les méthodes X-FEM et X-DIC est poursuivi pour apprécier les phénomènes locaux et la propagation de fissures, ainsi que la tenue en service des composants après mise en forme, notamment pour les matériaux composites.

En résumé, l'équipe continuera de chercher à réaliser un continuum entre expérimentation, modélisation et simulation, pour rendre compte au mieux de l'élaboration et des propriétés d'usage des structures (métalliques ou composites), et de leurs modes de dégradations éventuelles.



- Points forts et opportunités :

- Le projet proposé, qui consiste à capitaliser et étendre les possibilités des modèles et méthodologies, et donc à conforter et amplifier les possibilités d'analyses et de simulations de phénomènes fortement non-linéaires, est bien sûr à encourager.

- Points à améliorer et risques :

- Le projet proposé doit veiller à assurer la cohérence entre les groupes ISE et MEPM ; il doit être également partagé par tous les acteurs afin que ceux-ci s'y investissent de façon durable et conséquente.

- Recommandations :

- Renforcer les collaborations entre les deux groupes MEPM et ISE, notamment sur la simulation de la coupe à grande vitesse.

- On notera aussi que cette équipe est directement concernée par la recommandation faite au paragraphe 2 sur la structuration autour d'un projet inter-équipe des actions en biomécanique et ingénierie du vivant

Intitulé de l'équipe : Systèmes Mécaniques et Contacts (SMC)

Responsable : M. Philippe VELEX

L'équipe SMC occupe une place de tout premier plan sur l'étude et l'amélioration du fonctionnement des engrenages, associant modélisation et expérimentation. Elle est aussi reconnue pour ses contributions au développement d'outils numériques extrêmement rapides pour la simulation de la lubrification dans les contacts lisses, rugueux ou texturés, et pour l'analyse et l'identification des sources d'excitations et de pertes de puissance dans les engrenages.

| Effectifs de l'équipe | Dans le bilan | Dans le projet |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 9 | 9 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 0 | 0 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) | 1 | 1 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 2 | 2 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 1 | 0 |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité) | 12 | - |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 4 | 4 |

• **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe Systèmes Mécaniques et Contacts (SMC) développe des activités de recherche essentiellement dans trois domaines pour lesquels la tribologie joue un rôle important voire essentiel :

- les systèmes lubrifiés et les écoulements multiphasiques (liquide + gaz) en films minces ou dans les boîtes de vitesses,

- le développement de méthodes numériques et de solveurs ultra-rapides adaptés au calcul de contraintes et de lubrification dans les contacts lisses, rugueux ou texturés



- et l'analyse et l'identification des sources d'excitations et de pertes de puissance dans les engrenages.

Dans le premier domaine, les études de modélisation des écoulements dans les systèmes lubrifiés à l'aide de fluides compressibles ou incompressibles non newtoniens ont été poursuivies avec une activité forte dans le domaine des étanchéités statiques pour des applications nucléaires et spatiales.

Une orientation spécifique qui concerne la mécanique du vivant en liaison avec le monde hospitalier et en particulier l'étude du contact aorte-stent-sang est à encourager mais devra s'intégrer à un projet inter-équipe déjà recommandé autour de ces thématiques.

Les études sur les méthodes multigrilles et solveurs extrêmement performants constituent une activité de recherche dans laquelle le laboratoire joue un rôle de leader mondial pour le développement et la mise au point de ces méthodes. Les applications sont nombreuses : effet des indents et de la rugosité des surfaces sur la durée de vie des roulements, analyse et compréhension des effets bénéfiques des surfaces striées ou texturées dans les contacts segments-piston-chemise. Parallèlement à ces modélisations, des études expérimentales sont aussi conduites pour mieux comprendre les effets des rugosités et des indents ainsi que celui des additifs sur la durée de vie des contacts très fortement chargés (contacts Elasto-Hydro-Dynamiques).

L'étude des interactions entre les contacts et le comportement statique et dynamique des systèmes mécaniques concerne essentiellement le comportement des transmissions mécaniques à engrenages. Trois thèmes sont plus spécifiquement abordés :

- Le premier concerne l'analyse statique des dentures d'engrenage afin de déterminer avec précision les distributions de pression et de contrainte dans les dentures, y compris pour des engrenages en matière plastique dont le comportement peut être viscoélastique. Ce thème concerne aussi la détermination originale des lois de conception pour la réalisation d'engrenages gauches, type spiro-coniques par exemple.

- Le second aborde l'analyse dynamique des engrenages en prenant en compte l'ensemble du système mécanique (direction assistée de véhicule, boîte de vitesses...). La méthode utilisée consiste à sous-structurer l'ensemble des parties à comportement linéaire afin de consacrer l'effort principal sur les non-linéarités rencontrées généralement aux interfaces, pour développer un modèle dynamique complet permettant de comprendre et d'améliorer le comportement vibratoire de l'ensemble étudié.

- Le troisième thème, développé en partenariat avec L'ECAM de Lyon, est de déterminer les pertes de puissance dans les transmissions par engrenages. Des modèles couplant thermique et mécanique ont été développés ; ils permettent de prévoir les pertes par barbotage, par ventilation et par compression dans l'engrènement, et par frottement aux contacts.

Dans la plupart des cas la modélisation et l'expérimentation sont menées de pair et s'enrichissent mutuellement. Très peu de laboratoires de recherche en France s'intéressent au fonctionnement des engrenages ; l'équipe SMC occupe une place de tout premier plan dans ce domaine tant en France que dans le monde.

L'équipe développe ses propres dispositifs d'essais originaux, en s'appuyant sur ses financements industriels. De haute qualité, bien instrumentés, ils permettent d'effectuer des recherches originales pour mieux analyser et comprendre les nombreux phénomènes existant dans les mécanismes étudiés.

La production scientifique de l'équipe est très satisfaisante : 8 publications en moyenne par enseignant-chercheur ou chercheur en 4 ans (indice de publication de 2,05 publications/an/EC ou Chercheur) et tout le monde est produisant en recherche. Quatre des EC sont titulaires de la PEDR. Durant la période, 12 thèses ont été soutenues ce qui est tout à fait honorable.

L'équipe qui a une forte compétence en transfert technologique, a une relation privilégiée avec beaucoup d'industriels ; les ressources contractuelles sont en moyenne de 233 K€, ce qui est assez élevé pour la plus petite équipe du laboratoire.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Le rayonnement international de l'équipe est très satisfaisant. L'équipe a de nombreux contacts avec la communauté scientifique internationale : trois de ses membres sont éditeurs associés de revues internationales



(IMechE, J. Engineering Tribology, WEAR, Tribology International, J. of Mechanical Design, J. of Tribology), plusieurs ont organisé des colloques nationaux et internationaux ou ont eu des fonctions dans ceux-ci. Par ailleurs les membres de l'équipe sont très actifs et ont de nombreuses responsabilités dans la vie de leur établissement. Au-delà d'une activité contractuelle très importante, l'équipe a su se placer dans le contexte national (ANR) et régional (CARNOT).

Le comité tient à inciter l'équipe à augmenter sa capacité à attirer des chercheurs étrangers de haut niveau ainsi qu'à participer à des programmes européens.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

L'équipe SMC se réunit deux fois par mois. A cette occasion deux présentations scientifiques sont organisées. Chaque permanent sénior a en charge l'animation d'un thème scientifique et des ressources associées. Le comité incite l'équipe à continuer dans cette voie qui semble donner satisfaction et paraît pertinente. Il incite par ailleurs le responsable d'équipe à veiller au débat stratégique au sein de l'équipe et à la diffusion rapide des informations à l'ensemble de l'équipe.

Par ailleurs, les membres de l'équipe ayant souvent d'importantes responsabilités au niveau de l'INSA et de l'IUT B (UCB), il faut que l'équipe reste vigilante à ce que ces sollicitations multiples ne mettent pas en péril la qualité de la recherche qui y est menée.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique s'inscrit dans la continuité du développement des recherches en cours actuellement. Il est très pertinent, compte tenu de la spécificité des recherches effectuées actuellement, très originales pour la plupart, avec des résultats très significatifs.

- **Points forts et opportunités :**

L'équipe a atteint le degré d'excellence dans au moins deux de ses thèmes principaux de recherche :

- le développement de méthodes numériques et de solveurs ultra-rapides adaptés au calcul de contraintes et de lubrification dans les contacts lisses, rugueux ou texturés
- l'analyse et l'identification des sources d'excitation et de pertes de puissance dans les engrenages.

- **Recommandations :**

Les recherches en biomécanique et biotribologie sont à encourager vivement ainsi que, par voie de conséquence, des échanges inter-équipes plus nombreux, vu la nature transverse du sujet.



Intitulé de l'équipe : Dynamique et Contrôle des Structures (DCS)

Responsable : M. Régis DUFOUR

La recherche de l'équipe DCS porte sur la dynamique de structures fixes, tournantes et mobiles, en y intégrant dynamique non linéaire, contrôle passif et actif, suivi de comportement... Son objectif est de développer des méthodes théoriques, numériques et expérimentales qui permettent des avancées principalement dans les domaines des machines tournantes et des « smart technologies ».

L'intégration de l'équipe au LaMCoS s'est très bien passée et lui est profitable en termes de dynamisme scientifique, d'échanges complémentaires de connaissances, de visibilité de l'extérieur au niveau national et international.

| Effectifs de l'équipe | Dans le bilan | Dans le projet |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 14 | 14 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 0 | 0 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité) | 4 | 2 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 2 | 2.8 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 0 | 0 |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité) | 14 | 7 |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 7 | 7 |

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'originalité des recherches apparaît intéressante par la forte imbrication des méthodes numériques de calcul des structures avec le contrôle de leurs vibrations: optimisation des paramètres de contrôle en fonction de conditions aux limites évaluées par calcul numérique, développement de contrôles adaptatifs, semi-actifs, auto-adaptatifs. Ce travail sur les « smart structures » et l'optimisation énergétique du contrôle est prometteur. Son affichage devrait être plus précis dans les termes utilisés : « machines économiques » plutôt que « eco-machine ». Il semblerait nécessaire d'augmenter la prise en compte de l'alea et des incertitudes sur la stabilité des solutions obtenues (en termes de contrôle ou de définition de conditions aux limites), afin de démontrer la robustesse des méthodes proposées.

Le nombre de publications est bon. L'équipe doit néanmoins se donner pour but de rejoindre les taux de publication des autres équipes. Une volonté collective d'accompagnement des EC nouvellement arrivés ou n'ayant pas su valoriser leurs travaux de recherche est présente dans cette équipe : l'objectif est que tous puissent être considérés « producteurs » selon les critères AERES dans l'avenir. On peut noter que la forte activité scientifique au sein de cette équipe s'est concrétisée par la soutenance de 4 HDR au cours de ces 4 années.

Enfin, de nombreuses relations contractuelles sont largement présentes dans les trois thématiques (Volvo Trucks, via Carnot,...). Ceci se traduit par 22 contrats industriels, qui sont la source financière principale de cette équipe.



- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

L'équipe DCS du LAMCOS est engagée dans diverses activités et relations internationales ainsi que nationales : 5 invitations à des conférences, organisation de plusieurs colloques, activités éditoriales (pour 3 membres) et d'expertises. Par ailleurs des échanges avec des laboratoires étrangers ont eu lieu : accueil du Pr. Preumont pendant 2 ans, et, pour des durées plus courtes (3 mois) d'autres chercheurs venant d'Ohio State University, d'IIT Kanpur, de l'Université des sciences de Casablanca, de l'Université de Ljubljana).

En plus des échanges locaux existants (LVA), d'autres contacts devraient être approfondis (ENTPE, LMFA, LTDS...). La participation à des projets (Carnot, SECURE, labellisé en 2008 par le pôle de compétitivité LUTB 2015), l'obtention d'ANR (ANR HARVEST et DGE SN2C, ANR IRINA) doit leur permettre d'aller plus loin dans cette démarche.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

Un conseil d'équipe se réunit régulièrement. Le groupe apparaît soudé. Cela lui permet des échanges scientifiques pertinents et des discussions sur les orientations du laboratoire, qui contribuent à sa bonne gestion.

- **Appréciation sur le projet :**

Il semble qu'il y ait une envie (profitable) de se recentrer sur 5 projets majeurs. Ceci concrétise des collaborations avec les autres équipes du laboratoire, en particulier avec MSE. Dans le projet, il n'existe plus de groupes dans l'équipe, mais deux thématiques : « structures tournantes » et « smart structures ». Elles sont dans la suite logique des travaux déjà développés et répondent aux demandes du milieu industriel. Il nous semble qu'un projet annoncé, plus original (amortissement dynamique des structures à géométrie fractale), nécessiterait d'être mieux défini.

L'acquisition d'un système de vibrométrie laser à balayage pour l'analyse modale des structures 2D est tout à fait cohérente vis-à-vis des objectifs de l'équipe.

- **Points forts et opportunités**

- Relations privilégiées avec le milieu industriel,
- Volonté constante d'allier et de confronter expérience et modélisation.

- **Recommandations**

Quelques points, mentionnés plus haut, permettront d'améliorer encore les qualités de cette équipe :

- Augmentation du nombre de publications,
- Contacts renforcés au niveau régional.

| Note de l'unité | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire | Appréciation du projet |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| A+ | A+ | A+ | A | A |

Direction de la Recherche

Adresse visiteur :

Domaine Scientifique de la Doua
Bâtiment INSA-Direction
37, avenue Jean Capelle - Villeurbanne

Tél. (+33) 04 72 43 81 29
Fax (+33) 04 72 43 87 19
E-mail : dirrec@insa-lyon.fr

M Pierre GLORIEUX

Directeur de la section des unités de l'AERES
20 rue Vivienne
75002 PARIS

Villeurbanne, le 31 Mars 2010

Monsieur,

Je vous remercie pour l'envoi du rapport préliminaire concernant l'Unité Mixte de Recherche « Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures » (LAMCOS), rattachée à l'INSA de Lyon.

Ce rapport n'appelle pas de commentaire particulier de la part de l'Unité ni de l'établissement.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, en l'expression de ma meilleure considération.



Jean-Marie REYNOUARD
Directeur de la Recherche