



**HAL**  
open science

## Laboratoire Claude Goux

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. Laboratoire Claude Goux. 2010, École nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne. hceres-02032306

**HAL Id: hceres-02032306**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032306v1>**

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 :

Laboratoire Claude GOUX

sous tutelle des établissements et  
organismes :

Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne

CNRS

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 :

Laboratoire Claude GOUX

sous tutelle des établissements et  
organismes :

Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne

CNRS

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 Claude GOUX

Label demandé : UMR

N° si renouvellement :

Nom du directeur : Mme Anna FRACZKIEWICZ

## Membres du comité d'experts

Président :

Patrick FRANCIOSI, LPMTM, CNRS, Université Paris 13

Experts :

M. Olivier BOUAZIZ, Arcelor Mittal, Metz

M. Patrick CHABRAND, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille

M. Gilles LUBINEAU, KAUST, Saudi Arabia

M. Roland OLTRA, Université de Bourgogne

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

M. Edgar RAUCH, proposé par le CoNRS

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Gilles PERRIN

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

M. Philippe BOMPARD, DAS CNRS INSIS section 9

Représentant des personnels ITA:

M. Thierry LE-MOGNE, Ecole Centrale de Lyon



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite du comité d'évaluation du LCG a eu lieu le 1er Avril 2010 et s'est déroulée sur une journée pleine : réunion préparatoire du CE dès 8h, puis la direction présente le bilan (30mn), laisse ensuite la parole (20mn chacun) aux responsables des équipes (départements dans terminologie du laboratoire) qui existeront dans l'organisation projetée du laboratoire (cinq départements, soit un de plus que dans la structuration antérieure), puis présente le projet (30mn). A été ensuite présenté brièvement (15mn) le projet de fédération CNRS « CIMReV » que l'unité porte et la matinée s'est achevée par les rencontres du CE avec les représentants des personnels. L'après-midi, le CE s'est scindé pour une visite du laboratoire selon deux parcours permettant d'apprécier les activités autour des (4) plateformes technologiques (1h30). Regroupé, le CE s'est ensuite entretenu avec les représentants des tutelles, puis avec la direction (45mn) avant de se réunir en huis clos (1h30). La visite s'est terminée à 19h15 environ. Le comité souligne la qualité des documents fournis pour préparer la visite et la qualité des présentations, ainsi que la cordialité sérieuse de l'ensemble des échanges tenus, et en remercie les organisateurs.

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

Les deux laboratoires constitutifs du LCG (le LPECM UMR5146, et une équipe du LTDS UMR 5513)<sup>1</sup> forment partie intégrante de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St Etienne, née avec la ville il y a environ deux siècles (1816) au cœur du bassin industriel Stéphanois. Le LCG rassemble les compétences de l'ENSMSE dans les domaines de la physique et de la mécanique des matériaux ainsi que les moyens afférents. Le prestige de l'une et la réputation de l'autre vont de pair. Les Ecoles des Mines, rattachées au ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi, et l'ENSMSE en particulier, développent leur recherche dans un souci d'équilibre entre recherche fondamentale (académique) et recherche finalisée (appliquée), en relation aux problématiques de leurs territoires et aux besoins sociétaux. Le LCG concentre sa recherche sur les matériaux concernant les trois grands domaines d'activités que sont l'énergie, les transports et la santé, avec un apport de compétences au monde des nanotechnologies qui élargit à l'étude de composants et éléments fonctionnels une activité restant largement dédiée aux matériaux de structures. Le LCG, structuré préalablement en 4 Départements Scientifiques et 4 Plateformes Technologiques, se redéploie en 5 départements et 4 Plateformes dans son projet. Chaque Département s'organise sur un socle de compétences reconnues qu'il valorise et à partir duquel il engage une recherche plus exploratoire susceptible d'avancées innovantes :

Mécanique des Procédés d'élaboration (MPE) : socle en « contrôle des meso- et micro-structures par procédés d'élaboration directs » et orientation « simulation numérique des procédés d'élaboration directs » ;

Mécanique Physique et Interfaces (MPI) : socle en « Endommagement dans les matériaux de structures dans les milieux agressifs et en présence d'hydrogène » et orientation « propriétés sensorielles des matériaux » ;

Microstructures et Propriétés Mécaniques (MPM) : socle en « Microstructures à gradients et propriétés mécaniques » et orientation « Analyses multiphysiques locales » ;

Biomécanique et Biomatériaux (B2M) : socle en « bio- et tribo-corrosion » et orientation « biomécanique des tissus naturels mous » ;

Rhéologie, Microstructure et Thermodynamique (RMT) : socle en « modélisation intégrée des traitements thermodynamiques » et orientation « plasticité cristalline et interfaces ».

---

<sup>1</sup> LPECM= Laboratoire de Plasticité, Endommagement et Corrosion des Matériaux, LTDS=Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes



Les 4 Plateformes technologiques à vocation d'appuis transverses aux départements regroupent les moyens de l'Unité en, pour parler bref, caractérisations microstructurales (CMS), élaboration « Materials and structural Engng » (MSM), essais mécaniques et instrumentation (EMI), et moyens de calculs et simulations numériques (ISN).

Les 5 Départements tels que délimités dans le projet rééquilibrent les ressources humaines qui se répartissent (chiffres du bilan présenté) comme suit :

- Enseignant-chercheurs : 4 chercheurs CNRS (section 9) et 22 enseignant-chercheurs;
- une cinquantaine de doctorants en permanence, dont dix pour cent issus de formations non nationales;
- 32 IATOS, dont 2 CNRS.

L'Unité est rattachée à l'Ecole Doctorale ED 488 Science, Ingénierie et Santé, elle participe aux formations dispensées à l'Ecole des Mines relativement aux domaines de compétences de ses enseignant-chercheurs. L'Unité accueille un flux de thèses conséquent, déjà évoqué (25% Cifre, une moitié sur fonds propres) et n'accueille en revanche qu'un nombre limité de stagiaires.

Les collaborations dont l'Unité fait état sont nombreuses tant au niveau local, que National, et elle est significativement présente à l'International même si, en relatif, le National l'emporte. Son appartenance à de nombreuses structures collaboratives au plan territorial lui permet d'être présente dans un grand nombre de programmes et projets pilotés par les grands groupes industriels, notamment au travers des pôles de compétitivité (projets FUI, ANR labellisés,..). L'Unité bénéficie également d'importants fonds venant de la région, du département et de la ville, soit en propre soit au travers des fédérations et groupements dont elle est membre (la Fédération Federams, l'ensemble Carnot MINES, etc).

Le niveau des ressources rassemblées (de l'ordre de 1,5M€/an) lui permet d'équilibrer une recherche finalisée très réactive à la demande exigeante des entreprises partenaires avec une recherche fondamentale s'attaquant aux verrous révélés par une investigation toujours plus fine des propriétés et comportements de matériaux toujours plus complexes.

La production scientifique est très élevée selon les éléments principaux d'estimation que sont les travaux publiés dans les revues ACL (220 env), les ouvrages et chapitres d'ouvrages (20 env), ce qui fait pour les 26 enseignant-chercheurs tous publiant une moyenne de 2,3/an), les invitations à conférences (30 env), etc, auxquels s'ajoutent les participations à brevets (5), les communications diverses et tous les éléments moins quantitatifs qui apportent énormément à la dynamique industrielle dans les domaines où l'Unité œuvre, c'est-à-dire les transports et l'énergie d'une part (les domaines historiques d'excellence et d'expertise), les nanotechnologies et la santé d'autre part (les domaines nouveaux où cette expertise peut se déployer).

#### • Equipe de Direction :

Le LCG est dirigé par Anna Fraczkiewicz, Directrice de recherche (Ecole des Mines).

Il est piloté par un comité de direction qui rassemble les responsables des départements et des plateformes pour discuter et décider dans les domaines de recherche comme de formation où le LCG œuvre. Il dispose d'un conseil de laboratoire CNRS statutaire qui est consultatif. Il envisage d'ajouter à ce dispositif un conseil stratégique, forum d'évaluation périodique (annuel) de la recherche menée intégrant des « partenaires industriels stratégiques ».

Le LCG s'inscrit également dans l'organisation de l'Ecole des Mines, structurée en Centres de formation et de recherche, au nombre de six. Le LCG englobe la totalité d'un centre (SMS) et une partie d'un second (CIS)<sup>2</sup>. Ces centres ont un responsable/directeur qui a la délégation des prérogatives de la direction de l'Ecole pour ce qui est de la partie recherche et formations. L'important recouvrement entre le LCG et le centre SMS implique donc une bonne coordination entre les deux directions et une bonne entente sur les orientations scientifiques à privilégier.

---

<sup>2</sup> SMS=Material Science and Mechanical Engineering, CIS=Center for Health Engineering



- 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)   | 22            | 25             |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   | 4             | 3              |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)                     | 1             | 0              |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)     | 24.4          | 23.4           |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 12.25         | 6.75           |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  | 49            | 29             |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  | 19            | 19             |

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global :

Laboratoire menant une recherche indéniablement d'excellente qualité, une qualité dont les abondements substantiels des tutelles (en dotation financière comme en personnels) montent l'exigence à un niveau également très élevé. Vis-à-vis des ressources humaines il a été noté que : i) la ventilation par disciplines des 22 enseignant-chercheurs (rattachés à la section 9 du CNRS comme les 4 chercheurs CNRS), est principalement qualifiée en sections 28, 33 ou 60 du CNU, et la forte pluri-disciplinarité mécanique-physique-chimie-biologie des activités indique une large diversité des compétences rassemblées. Le panachage à convenir est un élément important d'évolution du projet (les disciplines de mastères des doctorants, intéressantes à connaître, ne sont pas renseignées); ii) les 32 IATOS pour 26 enseignant-chercheurs donnent un ratio IT/EC proche de 4/3 assez exceptionnel. Chaque IT est à la fois membre de l'un des départements (parfois partagé sur deux) et affecté à une plateforme (ou deux), ce qui participe à la mise à disposition de celles-ci transversalement aux départements. Vis-à-vis des ressources globales, les moyens financiers et humains sont rassemblés à un niveau assez exceptionnel pour conférer à l'Unité la responsabilité et une obligation de résultats également d'exception qui semblent satisfaites. En mettant en avant que chacun des quatre thèmes qui structurent son projet correspond à une problématique sociétale majeure où ses compétences et les moyens mis à disposition ont beaucoup à apporter, l'Unité montre clairement combien elle est un acteur incontournable en ces domaines aux enjeux économiques parmi les plus importants. Se jugeant elle-même une Unité de taille « juste critique », le rapprochement dans le cadre de la Fédération CIMReV avec deux autres Unités Stéphanoises aux activités en complémentarité (« Tribologie et Dynamique des Systèmes », et « Procédés en Milieux Granulaires »)<sup>3</sup>, est la réponse proposée à cette inquiétude de dimensionnement qu'il convient probablement de tempérer, notamment compte tenu de la multiplicité des réseaux et connexions déjà imbriqués dont elle est membre.

- Points forts et opportunités :

Un point fort est incontestablement le statut de partenaire pérennisé que détient l'Unité auprès des plus grandes entreprises Nationales et Internationales de ses domaines d'activités. Ce partenariat est assis sur le renom qu'ont su acquérir le LPECM et l'équipe du LTDS s'associant durant les quelques décennies écoulées, au-dessus

<sup>3</sup> LTDS, UMR5513 INSIS, dont une équipe est devenue constitutive du LCG, et LPMG, UMR5148, INSIS)



desquel s'opère aussi le rayonnement de l'ENSMSE. Les développements accompagnés et souvent incités de grands équipements de technologies les plus avancées qui sont financés par des partenariats des tutelles et des institutionnels permettent à l'Unité de se placer en leader dans l'investigation avancée des matériaux, sous tous ses aspects d'analyse expérimentale, théorique et numérique. Les discussions avec les représentants des personnels ont clairement fait apparaître que le LCG est une Unité où chacun apprécie positivement son cadre de travail, les moyens disponibles, et les perspectives de carrière offertes. Le laboratoire LCG détient notamment une capacité locale de production de matériaux modèles rare sinon unique en France que sa direction a su maintenir. On peut l'en féliciter et l'encourager à la perpétuer.

- Points à améliorer et risques :

Parmi les points d'inquiétude levés par l'Unité elle-même, plus que la taille « juste critique », vient la nécessité de renouveler les compétences des chercheurs porteurs d'une large part de la réputation acquise et qui ont cessé ou vont cesser d'être actifs. Les études intensives sur la caractérisation de nuances diverses de matériaux aussi complexes soient-elles, à l'image de la finalisation forte des recherches de notre époque, se prêtent moins à l'émergence de jeunes nouveaux scientifiques talentueux que la possibilité d'investir des domaines susceptibles d'avancées inattendues. C'est peut-être le risque majeur des grands laboratoires de recherche très (trop ?) pilotés par la demande sociétale qui est par ailleurs une préoccupation légitime. A cet égard, la direction a également exprimé la volonté de remédier à la grande dispersion constatée de sa production scientifique sur un grand nombre de revues (plus de quatre vingt pour les quelques 220 articles du quadriennal écoulé), qui laisse à penser que cet aspect de l'activité de recherches (le support de diffusion en littérature ouverte) n'est pas considéré comme essentiel mais plutôt accessoire ou subalterne aux rapports d'activité nombreux que les contrats et programmes requièrent. Si une grande majorité des publications est dans des revues d'impact facteur supérieur à un, jugé « honorable » en sciences des matériaux, il est aisé de voir qu'un effort ciblant davantage les journaux de plus grand impact des disciplines concernées, trop rarement choisis (*acta materialia*, *mechanics of materials*, par exemple), accroîtrait encore la qualité de cette production conséquente. En contrepoint de la satisfaction des personnels à la qualité de vie offerte, on constate que la mobilité sortante des enseignant-chercheurs est très faible, les HDR en situation d'être promus professeurs semblant préférer rester maîtres de conférence sur place. Il y a sûrement également là un risque en terme de renouvellement des savoirs et un point à améliorer, mais la manière d'y parvenir reste à penser.

Les moyens en caractérisation ont été fortement renforcés ces dernières années avec des investissements importants notamment en microscope électronique à balayage. La volonté affichée d'amplifier l'activité relative aux nanotechnologies s'accompagnera de besoins en caractérisation à des échelles inaccessibles aux MEB. L'absence de projet concernant la microscopie électronique en transmission qui devient alors nécessaire implique de renforcer les associations existantes avec des laboratoires ou des centres de microscopie électronique correctement équipés.

- Recommandations au directeur de l'unité :

Il importe pour la synergie interne que la direction veille à ce que des cloisonnements trop forts ne s'installent entre des départements/équipes qui ont des transversalités marquées. Il y a peut-être aussi une anticipation à réfléchir au plan organisationnel pour pallier à d'éventuels blocages liés à la double structuration actuelle vis-à-vis des centres de l'Ecole des Mines.

Il a été souligné combien le laboratoire avait progressé au long de la décennie écoulée vers une métallurgie physique des plus modernes, s'appuyant sur des instruments et équipements de tout premier plan. Un laboratoire comme le LCG a plus que bien d'autres aujourd'hui les moyens d'ouvrir des voies originales et de repousser des frontières en recherche fondamentale. L'audace devient le privilège de telles Unités, il faut en faire le plus large usage.

Peut-être qu'à l'occasion de la constitution d'un conseil stratégique, la présence de partenaires invités d'expertise académique aux côtés des industriels stratégiques serait aussi un moyen de préserver l'équilibre souhaité fondamental/finalisé. Cela permettrait notamment de dégager au sein du projet, dont l'ambition mesurée conserve une marge de progression, les axes d'envergure envisageables - au-delà de demandes sociétales directes - avec les moyens d'exception rassemblés dans l'Unité.





- Données de production pour le bilan :

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Enspts-Chercheurs.pdf](http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Enspts-Chercheurs.pdf))

|  |      |
|--|------|
| A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 | 24   |
| A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5                | 4    |
| A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$   | 0.92 |
| Nombre d'HDR soutenues   | 4    |
| Nombre de thèses soutenues   | 54   |
| Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)  |      |

### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La qualité scientifique de l'activité est de très bon niveau et la production excellente.

- Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

Le LCG mène des recherches approfondies en Ingénierie et Mécanique des Matériaux domaines où sa reconnaissance est établie depuis longtemps. Le domaine d'expertise majeur du LCG est la caractérisation microstructurale des matériaux par l'emploi d'équipements de très haute résolution des plus récents, en microscopie (MEB-FEG), diffractométrie X, spectroscopie (IR, Auger), la combinaison de ces techniques, et les couplages (DRX-IR, Auger-XPS) pour approcher de plus en plus localement, et modéliser à la même échelle, les processus physico-métallurgiques relatifs à la mise en forme, à l'endommagement sous environnement divers, à la durée de vie des matériaux en service (recristallisation, précipitation, ségrégation, etc). Il déploie des actions de part et d'autre vers l'élaboration de matériaux modèles ou de structures « pré-industrielles » (composites par exemple) et vers la simulation numérique globale de la réponse mécanique des matériaux sujets aux phénomènes physico-chimiques analysés.

- Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :

Production forte notamment en termes d'articles ACL et chapitres d'ouvrages (220+20 env pour 26 EC, soit 2,3/EC/an en moyenne), disséminée dans 80 journaux, majoritairement d'impact facteur au dessus de 1, mais 15% env. sont dans des revues à facteur IF « inconnu » et 12% env. dans des revues majeures (IF>2). On note également une production limitée dans des revues de mécanique. Production importante également en communications dont une trentaine de conférences invitées.

- Qualité et pérennité des relations contractuelles :

La qualité des activités du LCG va de pair avec le nombre et la qualité des partenaires nationaux et internationaux dont il se prévaut. Les partenaires pérennes sont d'abord les plus grands groupes industriels (nationaux et internationaux) de l'énergie (EDF, CEA, AREVA) et des transports terrestres ou aériens (SNECMA), ainsi que les producteurs de métaux et d'alliages tels RioTinto-Alcan ou Arcelor-Mittal . Les relations académiques sont



nombreuses au plan national au travers du grand nombre des contrats, programmes et projets dont le LCG est partenaire. Au plan international, des collaborations sont solidement installées avec de grands laboratoires ou de grandes universités de Seoul et Pékin en Asie à Aachen et Riso en Europe, ou encore Los Alamos (USA).

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

Le rayonnement du LCG se mesure d'abord au nombre et à la nature des ses partenariats nombreux. L'attractivité s'apprécie aussi au travers de la diversité de provenance des doctorants qui participent également au rayonnement en intégrant de grands groupes une fois diplômés. L'implantation de l'Unité au niveau régional est solide, au travers notamment des structures collaboratives dont il est membre (le CLYM à l'INSA-Lyon, la fédération FedeRams, les fédérations Ifresis, Macodev, etc), l'appartenance aux pôles de compétitivité (Viameca), et via les implications dans des activités spécialisés, autour de la métallurgie historiquement mais autour des industriels des prothèses et matériaux pour la santé plus récemment. Au niveau National, l'implantation s'appuie sur Carnot Mines et la participation à des sociétés savantes (SF2M, EAEM, GFC, etc)

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'unité, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

De nombreux chercheurs seniors du LCG ont collecté divers prix et distinctions durant leur carrière. En augmentant les efforts vers des recherches en amont permettant mieux au jeunes chercheurs de révéler leur potentiel, le LCG se donne les moyens de maintenir ces récompenses et y parvient comme le montre le prix Ritz obtenu en 2008 par J. Bacha.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

L'attractivité du LCG et de l'Ecole des Mines est telle que le turn over des permanents est faible, ce qui peut contrecarrer le désir de recruter de nouveaux talents. Dans le contexte actuel malaisé, le recrutement fin 2009 d'un scientifique de haut rang (A Borbely) signe cette capacité d'attraction à l'international.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

Le LCG est très réactif sur de nombreux appels d'offres, projets FUI ou ANR (une dizaine en cours), ainsi que sur les programmes européens même si ceux-ci pèsent moins que par le passé dans l'ensemble des moyens.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des laboratoires étrangers :**

Mentionnons les projets cités au bilan du rapport, Européens PERFECT, PERFORM60, DEEPWELD, AMICOM, les projets FUI du pôle Viameca TOLOTO, LCM-SMART, ALUROLL, les ANR CELEVA, SICORAL, SAKE, INNOFORM, IMANDEF

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

Au-delà de l'appartenance de membres du LCG aux « comités de pilotage » des fédérations Rhône-alpines déjà citées, le LCG s'implique également dans une dizaine d'associations et sociétés savantes (voir bilan du rapport p.38).

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

La directrice semble ne pas avoir de difficultés majeures de gouvernance au sein de l'Unité dont l'homogénéité est relativement bonne, sans dissensions ni divergences notables entre les départements. Ceux-ci semblent s'être plutôt bien répartis les spécialités, même si on constate d'inévitables chevauchements de périmètres, qui ne devraient pas être des handicaps si les collaborations internes opèrent bien. Il n'a pas été fait état de problèmes de moyens, tels que les coûts de maintenance des équipements lourds acquis, les soutiens administratifs ne font pas



défaut, une situation qui permet à la direction d'être bien focalisée sur les objectifs scientifiques. Les difficultés potentielles liées à la double structuration vis-à-vis des centres de l'ENSMSE (divergences d'objectifs par ex), que le comité a regretté ne pas trouver renseignée dans le rapport, semblent bien évitées par les responsables actuels sans que cela constitue pour autant une garantie d'y échapper toujours.

- **Pertinence de l'organisation de l'unité, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

La structure en départements scientifiques et plateformes technologique que d'autres appelleraient « équipes » et « services » est de pertinence éprouvée. Le redéploiement envisagé de quatre à cinq départements est d'abord motivé par une nécessité de dimension opérationnelle mais si les deux nouveaux départements issus d'un même département ont trouvé une ligne de partage scientifique assez pertinente.

- **Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :**

La création des groupes de travail en interne animés par les doctorants associés à des chercheurs permanents est une initiative tout à fait positive pour la diffusion interne des savoirs. Les étudiants s'en déclarent très satisfaits. Le groupe autour des techniques de simulations numériques et de modélisation semble particulièrement apprécié. Comme dans bien des laboratoires le maintien d'une animation scientifique se heurte aux contingences actuelles d'un timing très serré pour l'aboutissement des projets dont les objectifs accaparent chaque instant au détriment de l'enrichissement général. Le soutien à projets émergents au côté des axes installés est une initiative à poursuivre avec détermination et qui, venant d'un laboratoire si solidement armé, pourrait porter encore plus d'ambition malgré les risques.

- **Implication des membres de l'unité dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :**

Le LCG a la plupart de ses enseignant-chercheurs investis dans les formations prodiguées par l'Ecole des Mines, via les centres SMS et CIS, pour un total horaire allant de 230h/an à 280h/an. Nombreux d'entre eux interviennent dans les cours de formation permanente ainsi que dans les formations proposées aux doctorants via l'Ecole Doctorale Science-Ingénierie-Santé.

L'implication dans la structuration de la recherche de la région stéphanoise a déjà été soulignée, le LCG étant membres de nombreuses structures collaboratives, Federams, Macodev, Ifresis

- **Appréciation sur le projet :**

- **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

Le LCG propose un projet scientifique pour le quadriennal 2011-2014 qui ambitionne de développer son activité selon les quatre grands thèmes, deux historiques « énergie » et « transports » et deux plus récents (émergents), « santé » et « nano-technologies », ce dernier étant plutôt à entendre au sens des moyens de caractérisation nanométriques mis au service des matériaux fonctionnels. Le projet est donc sécurisé par sa moitié historique et la partie émergente semble associée de manière pertinente et viable.

- **Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :**

La politique d'affectation des moyens n'est guère modifiée par rapport à ce qu'elle était pour le LPECM auquel vient s'associer une partie du LTDS pour constituer le LCG. Sa pertinence ne se perd pas dans ce rapprochement.

- **Originalité et prise de risques :**

L'originalité du projet repose sur les originalités propres aux deux composantes du LCG et à l'originalité de la mise en complémentarité de leurs domaines d'excellence. La prise de risque dans le projet proposé est présente tout



en restant très prudente, peut-être trop, avec selon le comité une marge disponible d'accroissement à moyen terme qu'on entrevoit sur certains sujets que les équipes mettent en avant.

## 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

**Intitulé de l'équipe :** Mécanique et Procédés d'Elaboration (MPE)

**Responsable :** M. Sylvain DRAPIER

- Effectifs de l'équipe (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)   | 8             | 7              |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   | 1             | 0              |
| 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)     | 4             | 4              |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 3.35          | 2.35*          |
| 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             | 5              |

\* +1 IR en cours de recrutement, mars 2010

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**
  - **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :**

Le département MPE affiche deux activités phares dans le cadre de son bilan « Mechanics and experimental characterization » et « Modelling approach and numerical simulation of direct materials production processes ». La première thématique s'appuie sur une longue expérience du laboratoire en métrologie optique et nourrit désormais la plateforme technologique transversale associée. Le département se concentre sur des problèmes porteurs et difficiles en ce qui concerne l'optimisations de procédé de fabrication par simulation numérique. Les recherches sont de qualité et fortement valorisées par des opérations de transfert en milieu industriel.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

MPE affiche un taux de publication ACL légèrement inférieur à la moyenne du laboratoire (1.9 contre 2.3) qui reste cependant très honorable. Le bilan des publications fait apparaître une très forte dispersion en terme de revues (les 10 publications considérées comme majeures sont parues dans 10 revues différentes), et une importante hétérogénéité entre les différentes orientations de l'équipe. La majorité des doctorats sont soutenus dans les temps



et le devenir des jeunes docteurs est un bon indicateur de la reconnaissance globale de l'équipe (sur 14 thèses soutenues, 7 docteurs ont un emploi dans le domaine privé, 3 sont en post-doc et 3 sont dans le supérieur ou Ater). Il est à noter dans les doctorats en cours le fort taux de publication, avec encore ici une hétérogénéité forte entre les composantes de l'équipe.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Le volume des relations contractuelles de MPE est très honorable. Notons cependant que l'intégralité des relations à l'exception d'une ANR apparaît au travers des collectivités locales ou de la région, ce qui fait apparaître un risque lié à ce manque d'insertion dans les grands projets.

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

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

Le bilan fait apparaître 7 conférences invitées et 3 directions d'ouvrages scientifiques. Aucun prix ou distinction n'est mentionné dans le bilan.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

Parmi les 14 doctorants en cours, deux ont été recrutés à l'international (Allemagne et Pologne). Les autres recrutements font apparaître une influence régionale forte (ENSMSE, INSA, Clermont-Ferrand). Ceci confirme la forte implantation régionale de l'établissement mais souligne à nouveaux certains risques liés à la faible ouverture à l'international.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

La majorité des programmes sont obtenus au travers des collectivités locales ou d'appels d'offre régionaux.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :**

Malgré l'absence de programme européens ou internationaux majeurs, il est à noter l'existence de collaborations ciblées sur des points d'excellence du laboratoire. Celles-ci se traduisent concrètement par des co-encadrements (University of Florida) ou des échanges intensifs d'étudiants (Seoul National University). Ce type d'initiative est à souligner tout particulièrement si l'on considère le relatif isolement géographique de Saint-Etienne et doit être encouragé et développé.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

MPE fait apparaître une stratégie claire de valorisation des recherches en support aux activités fondamentales. Les collaborations avec les grands acteurs composites (Hexcel, ou ESI pour la simulation de procédé) montrent qu'une stratégie en deux temps - recherche amont dans le cadre de thèses d'exploration - puis recherche appliquée dans le cadre de thèses chiffre marché correctement au sein de l'équipe et garantit ses relations avec les acteurs économiques.



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

- **Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

Les discussions avec les membres de l'équipe révèlent une bonne communication interne. La communication externe est assurée par la très forte implication des seniors dans la co-organisation de congrès nationaux reconnus (Giens 2009).

- **Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :**

MPE se caractérise actuellement par une forte spécialisation en procédé de fabrication « industriels » qui assurera, d'une part un équipement de premier plan assurant son attractivité pour les acteurs industriels, et d'autre part un support efficace de son activité en simulation des procédés. On note ici une très bonne cohérence d'ensemble entre les activités numériques et expérimentales. MPE affiche clairement son objectif de s'attaquer à des procédés réels et industrialisés, ce qui fait la force de sa démarche scientifique globale.

- **Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :**

En terme de structuration de la recherche, l'équipe s'insère dans plusieurs projets régionaux (au sens large) (avec l'université Joseph Fourier par ex). Les membres de l'équipe sont très impliqués dans les activités d'enseignement.

- **Appréciation sur le projet :**

- **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

Deux axes majeurs fondent le projet : « Mechanics and expérimental characterization » et « Control of méso-structures through direct processes ». Le projet est ambitieux avec un objectif affiché de renforcer les aspects modélisation et simulation. L'approche multiphysique proposée est clairement mécanicienne avec une description méso et/ou macroscopique des couplages mis en jeu dans les procédés. Ceci peut se comprendre de par l'amplitude de la tâche et le nombre limité de ressources. Cependant, d'un point de vue purement scientifique, il serait souhaitable de définir plus clairement dans le projet les conséquences de cette limitation de l'approche et éventuellement penser à intégrer des acteurs plus orientés physico-chimie.

- **Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :**

L'affectation des moyens est cohérente avec les objectifs prioritaires avec en particulier l'extension en cours du cluster actuel et le recrutement en 2008 d'un maître assistant en mathématiques appliquées.

- **Originalité et prise de risques :**

L'originalité du projet provient de la niche très particulière « procédés de fabrication innovant et industriel » vers laquelle s'oriente MPE. Il est clair que peu de laboratoires se concentrent sur des thématiques aussi rapprochées de l'intérêt industriel, ce qui apporte un fort potentiel aux études envisagées. Le risque est bien-entendu présent par l'aspect extrêmement volatile de ces procédés de fabrication qui évoluent très rapidement et par le budget nécessaire pour mener à bien cette approche. Il est cependant bien géré par l'extraction des problématiques scientifiques sous-jacentes dans un certain nombre de travaux, ce qui permet d'isoler une partie des recherches de l'évolution industrielle.



- **Conclusion :**

- **Avis :**

MPE est une équipe dynamique à très forte visibilité industrielle et académique. Cette équipe assure également pleinement sa vocation de formation au travers de doctorants reconnus dans le tissu industriel.

- **Points forts et opportunités :**

MPE présente des stratégies de partenariat industriel solides. L'originalité des moyens expérimentaux disponibles et la niche envisagée permet à MPE de se positionner comme équipe phare sur ces thématiques. L'équipe possède actuellement un potentiel technique qui est propice au développement de fortes collaborations internationales à ne pas négliger.

- **Points à améliorer et risques :**

L'hétérogénéité entre les membres de l'équipe en termes de visibilité et de publication pourrait constituer un risque dans les années à venir. Les problématiques soulevées dans le projet seront difficilement accessibles avec les ressources humaines actuellement consacrées à la simulation numériques, et un effort en ce sens (au travers de recrutements directs ou mieux, de collaborations élargies avec des acteurs internationaux) est souhaitable.

- **Recommandations :**

L'ouverture à l'international constitue la priorité majeure. Celle-ci est affichée comme un objectif phare dans les enjeux du laboratoire, mais doit être mise en pratique avec dynamisme dans les années à venir. Accompagné d'un rééquilibrage en terme de production scientifique au sein de l'équipe, ceci assurera à MPE une place de choix dans le paysage de la simulation et de la modélisation pour le procédé.



**Intitulé de l'équipe :** Mécanique physique et Interfaces (MPI)

**Responsable :** M. Krzysztof WOLSKI

- Effectifs de l'équipe (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)   | 4             | 6              |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   | 1             | 1              |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)                     | 1             | 0              |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)     | 6             | 5              |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 5.8           | 2.8            |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  | 7             | 5              |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  | 3             | 3              |

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**
  - **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :**

L'équipe MPI se consacre à l'étude des effets d'environnement sur la dégradation des matériaux de structure. C'est une thématique « historique » du laboratoire qui a su évoluer et qui se focalise plus précisément sur deux axes principaux: interaction hydrogène-dislocations et fragilisation à haute température par oxydation. Ces deux axes de recherche concernent à la fois le domaine du transport et celui de l'énergie, plus spécifiquement de l'énergie nucléaire car les deux thèmes de recherches sont principalement déclinés pour les effets d'irradiation sur les matériaux nucléaires. Les résultats obtenus couvrent tant des approches de simulation à l'échelle atomique (hydrogène) que des approches prédictives (corrosion intergranulaire) reposant sur des analyses fines des compositions chimiques aux joints des grains (analyse Auger-XPS). Cette approche permet à l'équipe de contribuer de façon significative aux avancées dans le domaine de l'endommagement des matériaux de structures.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

La production en termes quantitatifs est bonne (25 publications de rang A sur la période évaluée), bien que déséquilibrée au sein de l'équipe. On note l'existence d'articles théoriques de haut facteur d'impact pour le domaine matériaux.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Le rayonnement de l'équipe est implicitement associé à ses compétences bien reconnues qui lui permettent de participer à plusieurs programmes européens sur les matériaux nucléaires. L'équipe a comme partenaires privilégiés





AREVA et EDF (3 thèse CIFRE ont été ou sont réalisées à 100% dans le centre de recherche d'AREVA). Le groupe est bien intégré dans les réseaux nationaux et régionaux.

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

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

Pour l'ensemble de l'équipe on dénombre 7 conférences invitées. Pas de distinctions mentionnées.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

La stratégie de l'équipe est de consolider ses compétences sur l'approche locale des phénomènes d'endommagement soit par fragilisation par hydrogène ou oxydation. Elle a pu recruter de jeunes éléments (Ingénieur CNRS et une Maître de Conférence Ecoles des Mines) afin d'une part de renforcer ses capacités d'analyses locales et s'ouvrir à un domaine portés par des recherches exploratoires dans le domaine de la sensorialité associée aux matériaux métalliques -voir projet).

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

L'équipe de par ses compétences est particulièrement sollicitée par des partenaires extérieurs (nucléaire en particulier) ce qui lui permet de disposer de financements contractuels pérennes.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères:**

MPI participe à des programmes européens d'envergure (2 programmes consécutifs pilotés par EURATOM). L'ouverture à l'international existe, en particulier en ce qui concerne la simulation des effets de fragilisation par l'hydrogène à travers un PICS avec Los Alamos National Laboratory (USA) et des travaux commun avec EPRI.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

La valorisation des projets de recherches reste limitée dans le domaine de l'étude des effets d'environnement sur la dégradation des matériaux de structure qui repose sur l'investigation, sur le long terme, des mécanismes. Le domaine émergent de la sensorialité, plus proche d'applications pratique devrait amener l'équipe à valoriser ses travaux à plus court terme.

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

- **Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

MPI se structure (dans l'activité relative au bilan) en binômes (voire trinôme pour l'interaction hydrogène) de recherches soutenus par des ingénieurs bien actifs au sein de l'équipe (même s'ils sont partiellement détachés au sein des plateformes).

- **Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :**

Un thème original : celui de la relation sensorialité-matériaux (surfaces) a été lancé récemment et fait partie d'une orientation audacieuse reprise dans le projet. Cette thématique a été lancée suite à l'abandon des recherches sur les traitements de surface et illustre la capacité de l'équipe à se reformer et à faire émerger de nouveaux axes.



- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

Les membres de l'équipe sont très impliqués dans les enseignements de l'école en sciences des matériaux. L'équipe a notamment participé en liaison avec ses orientations de recherche à la mise en place du parcours « Design industriel ».

- Appréciation sur le projet :

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Dans son projet, l'équipe envisage deux axes : d'une part recentrer son activité matériaux de structure autour du thème endommagement en atmosphère réactive, l'aspect réactif s'appliquant soit à l'hydrogène soit à l'oxydation, avec une évolution vers l'analyse des études de l'endommagement provoqué par l'oxydation ; d'autre part explorer une nouvelle thématique portant sur la sensorialité (optique, tactile, olfactive) pouvant être associée à la surface des matériaux. Une thématique en phase avec une formation mise en place à l'ENSMSE dans cette direction, suscitée par des demandes industrielles qui ont identifié une demande potentiellement forte pour les années à venir.

- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :

MPI a su et pu recruter les éléments nécessaires au développement de son projet : une Maître de Conférence a été recrutée sur le thème émergent et un chargé de recherche viendra dès 2010 renforcer de manière transversale le thème « endommagement ». Elle a aussi renforcé son potentiel d'analyse en recrutant un ingénieur CNRS en 2009 sur un outil d'analyse de surface unique en Europe.

- Originalité et prise de risques :

L'originalité du projet s'appuie, d'une part sur une thématique forte (celle de l'endommagement en atmosphère réactive) associant modélisation à différentes échelles et approches expérimentales ciblées menées de façon originale et d'autre part sur une orientation plus prospective et articulée avec des problèmes sociétaux plus interdisciplinaires (la sensorialité associée à la surface des matériaux). Ce dernier domaine offre probablement à l'équipe une voie de diversification et d'ouverture vers de nouveaux partenariats plus orientés vers les PME.

- Conclusion :

- Avis :

MPI apparaît comme une équipe très visible et reconnue dans le domaine de l'analyse de l'endommagement des matériaux métalliques en atmosphère réactive complexe. Elle a une implication sociétale importante dans le domaine de l'énergie (nucléaire en particulier).

- Points forts et opportunités :

MPI dispose de compétences fortes lui permettant d'associer simulation multi-échelles et expériences à la bonne échelle. Elle est partenaire de réseaux européens qui lui permettent de ne pas se laisser enfermer dans des partenariats industriels qui pourraient limiter sa stratégie propre. De plus son expertise dans le domaine de l'interaction hydrogène, doit lui permettre d'élargir son champ d'étude aux domaines du transport voire du stockage d'hydrogène. Deux jeunes chercheurs viennent d'intégrer l'équipe dans chacun des axes majeurs mis en avant dans le projet : c'est un atout fort.

- Points à améliorer et risques :

Il conviendrait de veiller à corriger l'hétérogénéité des publications entre les membres de l'équipe et à mieux lier les différentes avancées dans le domaine de la simulation numérique des endommagements aux différentes échelles.



- **Recommandations :**

L'équipe a su faire des choix d'orientation et s'ouvrir sur un domaine nouveau. Elle peut encore progresser dans la dissémination de ses travaux. L'équipe doit veiller à la bonne intégration de ses nouveaux recrutés (Chargés de recherche, Ingénieur) qui lui permettront de renforcer son excellente position dans cette partie des recherches sur les matériaux métalliques.

**Intitulé de l'équipe :** Biomécanique et Biomatériaux (B2M)

**Responsable :** M. Stéphane AVRIL

- **Effectifs de l'équipe (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)   | 3             | 4              |
| 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)                     | 0             | 0              |
| 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) | 0             | 0              |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  | 5             | 8              |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  | 2             | 2              |

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

Le département Biomécanique et Biomatériaux était en cours de restructuration au cours de l'actuel contrat quadriennal. Sur trois personnes composant l'équipe en bilan l'une a été recrutée en juin 2006, l'autre en novembre 2007. Ce département développe des activités de recherche dans deux thèmes. L'un, le plus ancien, concerne la tenue en service des prothèses orthopédiques, l'autre la biomécanique des tissus mous. Le bilan des publications est satisfaisant et, durant la période évaluée, quatre thèses ont été soutenues. Le projet fait apparaître un quatrième enseignant-chercheur qui a été recruté en 2009.

L'analyse présentée ci-dessous, en raison de la composition récente de l'équipe, est essentiellement relative au projet.

- **Appréciation sur le projet :**

- **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

Concernant la caractérisation du comportement à long terme des prothèses totales de hanche, l'équipe a développé un dispositif expérimental permettant la prise en compte de la décoaptation de la tête par rapport à la cupule, un outil de caractérisation du fretting corrosion et fait l'acquisition d'un simulateur de marche.



Les études menées concernent la compréhension des mécanismes d'usure des prothèses orthopédiques dans leur environnement physiologique. Plus spécifiquement, le principal phénomène étudié est la corrosion qu'elle soit due au frottement, au shock ou au fretting.

Parmi les résultats significatifs obtenus on peut noter la détermination de bandes d'usure sur la tête ou la cupule similaires à celles observés sur prothèses explantées.

- **Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :**

Ce département dispose de relations contractuelles avec les industriels du domaine et bénéficie de la dotation des tutelles pour fonctionner et s'équiper. Les moyens humains sont en progression.

- **Originalité et prise de risques :**

La prise de risque de ce département repose sur le pari fait de pouvoir se structurer lisiblement en associant une activité sur des matériaux biocompatibles mais somme toute identiques à ceux étudiés dans les autres départements et dans des contextes similaires (les céramiques en milieu « réactif »), avec une activité nettement spécifique celle-ci sur les matériaux de corps vivants (artères, muscles, peau). Il est indéniable que les milieux réactifs de nature physiologique confèrent à la séparation faite une certaine légitimité. Mais il faut alors, pour la partie prothèses, que le département se positionne radicalement sur l'étude du comportement in vivo de ces matériaux. La voie mérite d'être engagée.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

Jeune équipe qui porte une originalité au sein du LCG traditionnellement positionné sur les matériaux de structures. Cet axe matériaux pour la santé est appuyé par la tutelle ENSMSE en relation à des partenariats industriels locaux demandeurs, et présente des potentialités intéressantes fondamentales, industrielles et sociétales qui justifient de l'engager et de le soutenir jusqu'à maturité.

- **Points forts et opportunités :**

- Une thématique en émergence au sein du laboratoire, soutenue par des recrutements récents ;

- Un parc expérimental constitué pour l'étude de la corrosion des prothèses ostéo-articulaires unique en France voire en Europe. L'expérience de l'équipe lui permet une bonne reconnaissance tant à l'échelle nationale qu'internationale;

- Les compétences acquises sur les mesures de champs et l'analyse inverse qui ont permis la mise au point d'une méthodologie originale tout à fait prometteuse pour la caractérisation in vivo des propriétés mécaniques des tissus mous ;

- Un bon niveau de relations contractuelles et de financements par des programmes publics ;

- Les relations établies avec le milieu hospitalier.

- **Points à améliorer et risques :**

- Un certain cloisonnement entre les deux thèmes du département ;

- L'insuffisance des interactions avec les autres départements du Laboratoire, dont au moins l'axe d'étude des prothèses pourrait bénéficier.

- **Recommandations :**

Durant le prochain contrat quadriennal une réelle réflexion devra être menée pour rapprocher les deux thèmes de l'équipe, au travers, par exemple, de méthodologies expérimentales, de modélisations mécaniques ou de simulations numériques partagées. Cette réflexion est indispensable pour renforcer l'identité de l'équipe et sa



visibilité nationale et internationale en regard de sa taille. L'ouverture évoquée avec d'autres départements, en particulier pour ce qui concerne les céramiques est à réaliser. Les collaborations avec d'autres Laboratoires du Centre d'Ingénierie Santé de l'École semblent également à encourager. Les études sur les endoprothèses cardiovasculaires qui débutent sont à positionner par rapport aux travaux déjà réalisés par la communauté en veillant à bien mettre en avant le questionnement scientifique sous-jacent. Cette démarche est nécessaire pour permettre la publication des travaux dans les meilleurs journaux et en particulier ceux de biomécanique.

**Intitulé de l'équipe :** Microstructures et Traitements Thermomécaniques (MTT) - Bilan

**Responsable :** M. Helmut KLOCKER

- Effectifs de l'équipe (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)   | 7             |                |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   | 2             |                |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)                     | 0             |                |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)     | 9.4           |                |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 2.6           |                |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  | 23            |                |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  | 7             |                |

N.B. L'équipe 4 a été divisée en équipes 4 et 5 au 1/07/2009. Les tableaux qui suivent reflètent cette situation : il s'agit d'un tableau commun pour la partie "bilan" et de deux tableaux séparés pour la partie "projet"

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**
  - **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :**

Le département MTT est le plus important du LGC. Son activité concerne à la fois les évolutions structurales et l'endommagement des matériaux métalliques lors de leur mise en forme ou de l'assemblage. Elle s'appuie sur un environnement technique de tout premier plan avec en particulier la plateforme de moyens techniques dédiés à la caractérisation des microstructures (CMS) et la plateforme d'instrumentation et d'essais mécaniques (EMI). Ces plateformes sont dotées d'équipements performants pour la caractérisation structurale (MEB, EBSD, Rayons X) et originaux pour la caractérisation mécanique (torsion, compression plane). Le laboratoire est reconnu au travers de ce département et de ces plateformes techniques comme étant un centre d'excellence en traitement thermomécanique des métaux.

Il est important de noter également la forte attractivité du département qui se traduit par une certaine facilité pour le recrutement d'étudiants, de post-doctorants voire de chercheurs étrangers.



- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

Le MTT regroupe 43 membres dont 9 enseignant-chercheurs et fait état d'une production scientifique remarquable avec notamment plus d'une centaine d'ACL sur le dernier quadriennal, donnant un taux de publication par EC supérieur à la moyenne du laboratoire.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

La reconnaissance de la compétence du MTT est à la base des relations fortes que le département entretient avec l'industrie aux travers de contrats et de bourses CIFRE et lui assure, en conséquence, des capacités financières importantes.

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

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

MTT fait état de 13 conférences invitées et ses membres participent régulièrement à des manifestations internationales. Par ailleurs, il est signalé que le prix Rist 2008 a été attribué à A. Bacha tandis qu'un poster a reçu la même année une distinction à la conférence ICAA11.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

MTT accueille A Borbely, physicien spécialiste en diffraction X et techniques EBSD.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

MTT a participé à de nombreux programmes (Toloto, pôle Viameca, ANR SAKE, Polysiverre, etc) et sa capacité de financement est établie.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères:**

Les collaborations internationales de MTT sont nombreuses, notamment avec le Rio-Tinto-Alcan groupe, mais aussi l'US air force, ou encore via des projets européens relatifs au soudage FSW.

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

La valorisation socio-économique de l'activité de MTT est clairement établie par ses collaborations industrielles, les contrats ANR et autres FUI déjà cités.



**Intitulé de l'équipe :** Rhéologie, Microstructures et Thermomécanique (RMT) -  
Projet

- Effectifs de l'équipe (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)   |               | 4              |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   |               | 1              |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)                     |               | 0              |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)     |               | 5.3            |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) |               | 0              |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  |               | 7              |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  |               | 4              |

- **Appréciation sur le projet :**
  - **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

La division de MTT est essentiellement associée à la taille relativement importante du département d'origine.

Le département RMT se propose de s'intéresser plus spécifiquement aux traitements thermomécaniques et notamment aux aspects structuraux et mécaniques relatifs à la déformation à chaud avec comme ambition d'enrichir les modèles d'évolutions microstructurales actuellement dédiés à la recristallisation dynamique et aux textures cristallographiques en intégrant les transformations de phases. Cette partition présente une pertinence recevable.

- **Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :**

Ce sont les moyens antérieurement détenus par cette partie de MTT, dont on peut constater la bonne pérennité et le niveau substantiel

- **Originalité et prise de risques :**

Le département RMT s'appuie sur des compétences reconnues et propose un projet réfléchi et pertinent. La prise de risques s'en trouve limitée.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

Cette équipe a une stratégie claire et un volant d'expertise indiscutable. Le positionnement sur le couplage « dur » entre procédé et évolution microstructurale est une thématique forte.



- Points forts et opportunités :

L'ambition de fournir des modèles intégrés est un excellent fil conducteur ainsi qu'un moyen efficace pour capitaliser et harmoniser une variété de développements scientifiques.

Pour le projet, l'ambition d'intégrer l'axe transformation de phase est légitime.

- Points à améliorer et risques :

On réitérera ici la remarque concernant l'absence de projet en interne pour la microscopie électronique en transmission. Le département entend s'appuyer sur des capacités de caractérisation externes au laboratoire ce qui suppose une certaine pérennité des accès à ce type d'équipement.

- Recommandations :

Afin d'optimiser la valeur ajoutée de l'équipe, on peut penser à plutôt intégrer la connaissance développée dans les équipes extérieures de spécialistes et consacrer son énergie et ses ressources aux couplages entre recristallisation et transformation de phase.

**Intitulé de l'équipe :** Microstructures et Propriétés Mécaniques (MPM) - Projet

• Effectifs de l'équipe (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)   |               | 4              |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)   |               | 1              |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)                     |               | 0              |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)     |               | 3.3            |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) |               | 1.6            |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)  |               | 2              |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées  |               | 4              |

• Appréciation sur le projet :

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

L'entité MPM est également issue de MTT par partition du fait de la taille importante de ce département. Elle a pour ambition d'amplifier la caractérisation structurale à l'échelle locale, en se spécialisant dans l'analyse des matériaux à forts gradients de microstructure et en couplant des approches locales multi-physiques incluant les mesures d'orientations cristallographiques, de déformations, de contraintes, et de champs thermiques à l'aide des équipements disponibles (MEB-FEG, EBSD, rayons X, thermographie). A nouveau, signalons que cette partition présente une pertinence recevable.





- Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :

Ce sont les moyens antérieurement détenus par cette partie de MTT, dont on peut constater la bonne pérennité et le niveau substantiel. A noter également que ce département est intéressé par la montée en puissance des moyens de calculs du laboratoire notamment pour les simulations fines des figures de diffractions observées en MEB

- Originalité et prise de risques :

L'originalité et la prise de risque son liées à la volonté d'exploiter ou de développer des techniques et des procédures expérimentales encore peu usités.

- Conclusion :

- Avis :

Les travaux réalisés au sein de MTT sur ce thème sont menés avec sérieux et rigueur.

- Points forts et opportunités :

Des moyens d'exception, un environnement porteur et demandeur, une compétence incontestable, une situation presque idéale pour mener avec succès une recherche fortement accrochée aux besoins de progrès immédiats et constants.

- Points à améliorer et risques :

On peut regretter, compte tenu de la sécurité relative, un manque d'originalité et d'ambition pour les propositions pour l'avenir.

- Recommandations :

On peut suggérer que cette équipe étende son domaine d'activité aux matériaux à gradients « choisis » et non seulement « subis » qui permettra de muscler son programme tout en utilisant ses moyens expérimentaux et théoriques.

| 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                      |



**Réponse au rapport d'évaluation AERES du Laboratoire Claude Goux, LCG**  
*constitué de l'UMR CNRS 5146, PECM et de la partie Ecole des Mines de l'UMR CNRS 5513, LTDS,*  
*et situé à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne (EMSE)*

La direction du Laboratoire tient tout d'abord à remercier le Comité d'Experts pour la qualité de son évaluation et pour la pertinence de ses remarques et suggestions. La profondeur de l'analyse du rapport d'évaluation nous sera précieuse pour assurer le développement souhaité du Laboratoire Claude Goux dans les années à venir.

Nous notons avec une grande satisfaction la très bonne appréciation de notre laboratoire tant qu'à son bilan qu'à son projet et aux perspectives de son développement.

Nous souhaiterions compléter certaines données manquantes et apporter quelques précisions à certains points soulevés dans le rapport. Ces éléments seront développés dans le "complément à la lettre-réponse".

Nous sommes sensibles aux recommandations du Comité d'Experts et nous en tiendrons compte dans nos actions à venir.

La prise de risque étant un élément majeur de la créativité, nous renforcerons à l'avenir le soutien aux projets internes novateurs et interdisciplinaires, notamment ceux initiés par de jeunes chercheurs. Afin d'assurer leur démarrage efficace, un financement initial par des ressources propres du Laboratoire sera proposé à ce type d'actions.

Nous tâcherons de conserver notre niveau élevé de publications scientifiques. Nous veillerons à le rendre plus homogène en incitant certains collègues à renforcer leur présence dans la production scientifique du Laboratoire. Par ailleurs, nous réfléchissons à une stratégie plus claire du choix des revues des publications.

Enfin, en suivant la recommandation du Comité d'Experts, nous élargirons notre futur Conseil Stratégique, en invitant plusieurs partenaires académiques à y participer.

Fait à St-Etienne, le 19 avril 2010

Anna FRACZKIEWICZ,  
Directrice de LCG

*Complément à la lettre-réponse*  
*Quelques commentaires détaillés sur le rapport d'évaluation du Laboratoire Claude Goux*

- **Les profils des enseignants-chercheurs et des doctorants de LCG**

Sur les **26 enseignants chercheurs** (30/06/09), 8 ont un profil "mécanicien", 7 se situent à la frontière entre la "science des matériaux" et la "mécanique", 6 ont un profil "science et génie des matériaux" et 4 sont plutôt "chimistes". Depuis peu, nous avons accueilli parmi nous un spécialiste (est-ce un ingénieur, si oui il faut le dire svp) des "mathématiques appliquées". La majorité d'entre nous est qualifiée en sections 28,33 et 60 du CNU.

21 d'entre nous ont une formation de type "ingénieur", dont 8 sont sortis des Ecoles des Mines et 6 ont un diplôme de type "ingénieur" acquis dans une école à l'étranger.

En dernier lieu, seule la moitié (13) d'entre nous a préparé sa thèse de doctorat à l'ENSM.SE ; parmi ces chercheurs, 9 ont une expérience significative (>12 mois) à l'étranger ou dans l'industrie.

Sur les **49 doctorants** (30/06/2009), le partage entre le master "science et génie des matériaux" et "mécanique" se fait à parts égales (22 contre 21). Les quelques profils "autres" sont la "chimie des matériaux" (4), la "biologie" (1) et les "mathématiques appliquées" (1).

- **Les évaluations détaillées des départements nous incitent à quelques commentaires.**

En ce qui concerne le **département MPE**, notons que l'évaluation vient au moment où cette nouvelle structure n'en est qu'à son deuxième anniversaire. Ainsi, elle a été évaluée à la fois sur l'activité des deux anciens départements MeM et CeS qui la composait (2005-2006), et sur sa configuration au 30/06/2009. Une certaine hétérogénéité des activités et des publications résultantes a donc pu apparaître naturellement dans ce bilan. Pourtant, le département MPE étant récent de plus en plus de projets transverses, associant physico-chimie et mécanique et menés le plus souvent en collaboration avec des partenaires extérieurs, sont matures et deviennent les moteurs de notre activité, conduisant par exemple à une nouvelle distribution de l'origine de nos financements (plus de 80 % de financement national/européen au 15/04/2010) et un recrutement diversifié des doctorants (7 étudiants issus d'universités étrangères sur 8 doctorants 1A et 2A). Plus généralement, à moyen terme ces projets vont aider MPE à poursuivre sa structuration, et apporter une certaine homogénéité de la production scientifique et de la visibilité de ses membres.

Le **département MPM** se propose de réaliser une synergie entre les nouvelles techniques d'analyse multiphysique locale et la modélisation micromécanique des matériaux à fort gradient de microstructures, que ce soit des gradients "choisis" ou "subis". Cette synergie est basée sur nos compétences reconnues, à partir desquelles nous visons une position clé en Europe pour les matériaux de structure et les matériaux fonctionnels. Nous avons pris le pari de développer cette analyse au moyen d'un couplage original entre MEB-FEG, diffraction locale, tomographie X et thermographie infrarouge. Cette prise de risque ne pourra être couronnée de succès sans l'accès pérenne à un FIB, investissement actuellement en cours de construction. Ce positionnement unique a d'ores et déjà permis d'attirer dans l'équipe un chercheur de renommée mondiale. Cette attractivité se traduit également par la volonté de jeunes chercheurs d'intégrer notre équipe via le CNRS pour renforcer notre potentiel en modélisation micromécanique et plasticité cristalline.

Dans le projet du **département RMT**, qui intègre une prise en compte croissante des transformations de phases dans l'analyse des traitements thermomécaniques, les experts ont souligné le manque d'un projet autour de la microscopie en transmission. Malgré l'absence d'un tel projet dans l'immédiat, nous sommes confiants quant à la réussite de notre projet. En effet, l'équipement actuel (CM200+EDX) et les compétences présentes au Laboratoire nous permettront de continuer la réalisation des études de base ; au besoin, celles-ci seront complétées par des analyses plus poussées grâce aux partenariats existants (CLYM). La situation sera réévaluée dans quelques années et, si un tel besoin est ressenti et justifié, un investissement en conséquence pourra être proposé pour réalisation.

Notons aussi que le FIB, projet en cours de montage, est l'outil indispensable pour les études prévues.