



**HAL**  
open science

## LML - Laboratoire de mécanique de Lille

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LML - Laboratoire de mécanique de Lille. 2014, Université Lille 1 - Sciences et technologies, École centrale de Lille, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Arts et métiers Paristech - Ecole nationale supérieure des arts et métiers. hceres-02032649

**HAL Id: hceres-02032649**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032649>**

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

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Mécanique de Lille

LML

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Lille 1 – Sciences et Technologies - USTL

École Centrale de Lille

Arts et Métiers Paris Tech – École Nationale Supérieure  
des Arts et Métiers

Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS

Novembre 2013



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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section  
des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Michel POTIER-FERRY, président du  
comité

---

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité : Laboratoire de Mécanique de Lille

Acronyme de l'unité : LML

Label demandé : UMR

N° actuel : 8107

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Jianfu SHAO

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Olivier COUTIER-DELGOSHA

## Membres du comité d'experts

Président : M. Michel POTIER-FERRY, Université de Lorraine

Experts :

- M. Christophe CORRE, Institut Polytechnique de Grenoble
- M. Jean FRENE, Université de Poitiers
- M. Jean-François GANGHOFFER, Université de Lorraine
- M. Georges GEROLYMOS, Université Pierre et Marie Curie (représentant du CNU)
- M. Yann MALECOT, Université Joseph Fourier
- M. Philippe PETITJEANS, CNRS, École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles
- M. Claude VERDIER, Université Joseph Fourier (représentant du CoNRS)
- M. Hassan ZAHOUANI, École Nationale d'ingénieurs de Saint-Etienne

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Pierre BRANCHER



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

M. Etienne CRAYE, École Centrale de Lille

M. Emmanuel DUFLOS, École Centrale de Lille

M. Ivan IORDANOFF, Arts et Métiers Paris Tech

M<sup>me</sup> Françoise PAILLOUS, CNRS

M. Jean-François PAUWELS, Université Lille 1

M<sup>me</sup> Marie-Yvonne PERRIN, DAS INSIS-CNRS

M. Philippe ROLLET, Université Lille 1

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire est actuellement localisé sur six sites, à Lille (partie Arts et Métiers Paris Tech) et sur le campus de Villeneuve d'Asq (École Centrale de Lille et Université Lille 1). Des opérations immobilières prévues en 2016 et 2018 vont permettre de regrouper la plus grande partie du LML sur le site de Villeneuve d'Asq.

Il a été fondé en 1985 et regroupe, depuis, l'essentiel des recherches en mécanique de trois établissements d'enseignement supérieur : Université de Lille 1, Arts et Métiers Paris Tech et École Centrale de Lille. Il est associé au CNRS depuis 1991.

### Équipe de direction

Directeur actuel : M. Jianfu SHAO.

Equipe de direction proposée : M. Olivier COUTIER-DELGOSHA (directeur), M. Philippe DUFRENOY et M. Jean-Baptiste COLLIAT (directeurs adjoints).

### Nomenclature AERES :

ST5, Sciences pour l'Ingénieur (SPI).

### Effectifs de l'unité

| Effectifs de l'unité   | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 71                   | 68                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 5                    | 5                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 19*                  | 19*                  |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 5                    |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 13                   |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>113</b>           | <b>92</b>            |

\* dont 6 à temps plein



| Effectifs de l'unité  | Nombre au<br>30/06/2013 | Nombre au<br>01/01/2015 |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Doctorants  | 87                      |                         |
| Thèses soutenues  | 90                      |                         |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 20                      |                         |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 5                       |                         |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 41                      | 37                      |



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le Laboratoire de Mécanique de Lille (LML) mène des recherches de très bon niveau, dans toutes les thématiques qu'il aborde et qui recouvrent une grande partie du domaine de la mécanique. Il a une production scientifique soutenue : environ 100 articles RCL et 20 thèses par an. Une de ses forces réside dans ses interactions avec le secteur aval et sa capacité à faire émerger des recherches fondamentales à partir de problématiques industrielles. C'est aussi l'un des rares laboratoires en France qui rassemble de manière équilibrée des mécaniciens des fluides et des solides, et il devrait en tirer davantage profit.

Il a été longtemps un laboratoire très sectorisé, mais il a engagé depuis quelques années une mutation vers un mode de fonctionnement plus intégré avec davantage d'interactions entre les équipes et une volonté de mutualiser les moyens. Il a affiché sa volonté de poursuivre dans cette voie et on ne peut que l'y encourager, non seulement en améliorant son organisation interne, mais aussi en faisant émerger des thématiques originales et en améliorant sa visibilité aux niveaux national et surtout international.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- capacité à s'approprier des thématiques appliquées, en liaison avec des recherches fondamentales ;
- bonne entente au sein de l'unité, sans trop de barrières entre équipes et établissements ;
- cohabitation de la mécanique des fluides et de la mécanique des solides ;
- attractivité dans le recrutement de jeunes chercheurs ;
- soutien des établissements de tutelle ;
- regroupement prévu de la plus grande partie de l'unité dans un petit périmètre sur le campus de Villeneuve d'Ascq.

### Points faibles et risques liés au contexte

- l'encadrement en techniciens et ingénieurs est insuffisant pour un laboratoire ayant de fortes ambitions expérimentales ;
- l'image de l'unité n'est pas encore très claire, ce qui n'est pas le cas des équipes ou sous-équipes qui le constituent ;
- la visibilité internationale et les relations internationales peuvent être améliorées.

### Recommandations

Le comité d'experts recommande de :

- poursuivre le travail de réflexion, pour une meilleure organisation interne, mais aussi avec la volonté de faire émerger de nouvelles thématiques vraiment originales et/ou de nouveaux domaines d'excellence ;
- développer davantage les synergies entre mécaniciens des fluides, des solides et, si possible, entre thématiques fluides et solides ;
- renforcer l'encadrement technique, en augmentant le nombre de techniciens et ingénieurs, avec une quotité recherche suffisante et bien identifiée et avec une structure hiérarchique claire n'ignorant pas le laboratoire ;
- mieux suivre la gestion des doctorants, en complémentarité avec les écoles doctorales.





### 3 • Appréciations détaillées

Le LML reste une des rares unités de recherche françaises regroupant de manière équilibrée des mécaniciens des solides et des mécaniciens des fluides. Il est structuré en cinq équipes de taille raisonnable : deux en mécanique des fluides, deux en mécanique des solides et une travaillant sur les géomatériaux. Malgré des évolutions récentes et les efforts de la direction de l'unité, ces équipes gardent des identités très marquées et ont des cultures assez diverses, toutes les possibilités de collaborations internes fructueuses n'ayant pas été explorées. L'analyse vraiment détaillée de l'activité scientifique du LML se trouve dans la partie 4 de ce rapport.

Par ailleurs, le LML a connu une période de crise, les épisodes les plus visibles étant les suivants : suite à la précédente évaluation AERES, le CNRS n'a pas retenu deux des 7 équipes qui avaient été proposées à l'époque, l'une quittant définitivement l'unité, les membres de la seconde étant réintégrés progressivement dans trois des équipes actuelles ER3, ER4 et ER5 ; la direction installée en 2008 n'ayant pas réussi à atténuer de fortes tensions internes, les tutelles ont alors mis en place une nouvelle direction en 2010. C'est cette direction qui a présenté le bilan de l'unité au comité d'experts.

Le comité d'experts tient à souligner l'excellent travail de la direction du laboratoire et de tous ses membres, qui ont su surmonter la majorité de ces problèmes. Si les difficultés passées restent encore dans certaines mémoires, l'unité s'est remise en état de marche et a retrouvé sa capacité à s'organiser et à monter des projets en commun.

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les recherches du LML sont globalement de très bon niveau, sans disparités excessives entre les cinq équipes. Les équipes de mécanique des fluides (ER1, ER2) sont très bien reconnues nationalement et internationalement dans leurs domaines. L'équipe de mécanique des solides et des structures (ER3) a une belle productivité et a su trouver des niches dans un secteur très fortement concurrentiel. L'équipe « Couplages THMC » (ER4) est une des équipes-phare en France dans le domaine des géo-matériaux. La thématique « freinage » (ER5) est particulièrement originale, le LML étant quasiment sans concurrent en France.

La production scientifique est en hausse (une centaine d'articles par an) et elle varie selon les équipes entre 1,1 et 1,9 articles/an/permanent, ce qui, au final, représente une très belle productivité. Ces articles sont publiés dans les meilleures revues de chaque discipline. Le nombre de « non-publiants » est négligeable.

Les collaborations internationales sont importantes, on relève un certain nombre de conférences invitées dans les congrès, assez inégalement réparties entre les équipes. Le LML a encore quelques marges de progrès pour développer ses relations internationales et accroître la notoriété de ses travaux.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le laboratoire a la capacité à recruter des jeunes chercheurs de bonne qualité, au niveau du doctorat, du post-doctorat ou d'enseignants permanents. Il regrette toutefois de ne pas avoir proposé suffisamment de candidats au CNRS.

Un des éléments notables est l'organisation de congrès nationaux et internationaux par des membres du LML, l'implication dans les sociétés savantes et dans le CNU.

Le laboratoire pilote un GDR. Il participe à des projets ANR, ADEME et FUI et à un nombre important de projets européens, ces actions étant inégalement réparties entre les équipes.

#### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

C'est un des points forts du LML. L'unité sait choisir des thématiques de recherche proches des besoins industriels ou sociétaux, sans que cela pénalise la production académique, qu'il s'agisse du freinage, des turbomachines, du comportement des roches ou des bétons, de la fatigue ou des prothèses.

Le LML affiche en moyenne plus d'un million d'Euros par an de recettes d'origine industrielle et, en outre, il obtient des contrats publics en collaboration avec des industriels. Ces partenariats sont en général de longue durée,



avec des partenaires tels que SNECMA, ANDRA, EDF, Thales... Le LML possède au moins 7 brevets actifs. On constate toutefois quelques contrastes, une seule équipe amenant par exemple la moitié des ressources contractuelles. La direction du LML s'est engagée à travailler sur ce point.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

Durant la période récente, le LML a su résoudre des conflits internes délicats, se réorganiser en cinq équipes bien définies. Certes, les équipes concernées par la restructuration ont plus d'efforts à faire que les autres, pour définir leur projet et leur identité, mais la structure globale est claire, cohérente et bien acceptée par tous.

Les quatre tutelles confirment clairement leur soutien au LML, qui a été déterminant dans la période précédente. Ce soutien est crucial pour une unité multi-tutelles comme le LML.

La direction a mis en place deux axes transverses « méthodes de champ » et « approches multi-échelles », ainsi qu'un groupe commun avec l'Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie de Lille (IEMN). Ces transversalités ont l'avantage de créer des interactions entre les équipes de mécanique des fluides et de mécanique des solides. En l'état, ces axes restent encore à soutenir et à conforter. La direction envisage de lancer d'autres actions transverses. On ne peut que recommander le renforcement de ces actions, encourager les relations encore très faibles entre les équipes fluides, encourager également les relations entre les trois équipes de mécanique des solides, voire les interactions fluides/solides pour lesquelles des compétences existent.

L'accent a également été mis sur la mutualisation des moyens matériels, sept plateformes ont été définies, qui font du LML un grand laboratoire de mécanique expérimentale. Le projet régional CISIT (International Campus on Safety and Intermodality in Transportation) est un élément déterminant de cette capacité à acquérir des équipements.

En revanche, le LML ne semble pas avoir les moyens de ses ambitions en ce qui concerne le personnel technique. Le nombre de personnels administratifs et techniques est de 19, dont 6 seulement sont à temps plein en recherche (4 CNRS et deux postes administratifs), les autres étant au plus à mi-temps. C'est bien peu pour une unité de la taille du LML qui, en outre, a de fortes ambitions expérimentales, et est en deça des moyens en personnel des unités comparables.

Il existe un projet de « Pôle Administratif et Technique » qui permettrait de clarifier la position des personnels dans le laboratoire. Ce projet est soutenu par les personnels concernés et le comité d'experts estime qu'il est important et urgent d'arriver rapidement à un consensus conduisant à sa mise en place.

Outre le conseil de laboratoire, le LML a mis en place un conseil scientifique, associant des membres du laboratoire et des experts nationaux. Les statuts du conseil de laboratoire vont être actualisés et mis en conformité avec les règles du CNRS. Toutes ces instances fonctionnent normalement.

Un nouveau problème interne est apparu au cours des entretiens. Certains chercheurs et enseignants-chercheurs se sont plaints de ne pas avoir la possibilité de travailler en toute sérénité. Cette situation demanderait des décisions rapides et efficaces, soit au niveau de l'unité, soit au niveau des tutelles.

La relative dispersion géographique du LML sera corrigée au cours du prochain contrat, avec le projet de construction d'un nouveau bâtiment sur le campus de Villeneuve d'Asq, projet autour duquel le laboratoire s'est fortement mobilisé.

En résumé, le LML a fait un travail considérable. Il semble avoir résolu les problèmes des années passées. Il a commencé à mettre en place des actions communes pour faire évoluer une structure qui était jusqu'alors assez éclatée. La nouvelle direction semble déterminée à agir dans le même sens.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les membres de l'unité prennent leur part de responsabilités dans la gestion des masters et de la formation par la recherche.

La formation doctorale est très importante : 90 thèses ont été soutenues sur la période, il y a actuellement près de 90 doctorants dans l'unité, soit à peu près un doctorant pour un permanent dans 4 équipes et deux pour un



permanent dans l'ER4. Les doctorants sont globalement très satisfaits de l'ambiance de travail, de la qualité des équipements et des recherches, de l'absence de cloisonnement entre équipes et entre établissements. Ils font aussi état de quelques difficultés, notamment le manque d'informations sur l'après-thèse et quelques insuffisances pour l'accueil des nouveaux.

Le LML est associé à deux écoles doctorales : l'école doctorale « Sciences Pour l'Ingénieur » (ED 072, Lille1) pour la plupart des doctorants, et l'école doctorale « Sciences des Métiers de l'Ingénieur » (ED 432, Arts et Métiers Paris Tech) pour les autres. Rien n'indique que le LML ait des problèmes de durée des thèses ou de débouchés, mais il a été impossible au comité d'experts d'obtenir des renseignements précis, ni du laboratoire, ni de l'ED 072 qui était représentée par son directeur. L'ED 072 ne semble pas avoir mis en place les procédures de suivi de thèse maintenant classiques dans les ED scientifiques (soutenances à mi-parcours, rapports d'avancement...). Le LML offre une animation scientifique satisfaisante dans la plupart des équipes, mais il n'a rien mis en place pour compenser les manques de l'ED 072. L'ED 432 a un fonctionnement normal et n'est pas concernée par ces difficultés.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Dans une unité à spectre large comme le LML, la prospective scientifique se fait largement au niveau des équipes et des sous-disciplines. C'est particulièrement vrai pour le LML qui a longtemps été une structure très fédérale, mais une évolution significative a été engagée depuis quelques années pour renforcer la cohésion du laboratoire et faire émerger de nouvelles thématiques. Ceci est évidemment à encourager fortement.

Une importante réflexion collective a été menée pour la préparation de ce contrat quinquennal, en interne et avec l'appui d'experts nationaux. Elle a abouti au projet présenté au comité d'experts, qui est centré sur le développement de plateformes et d'actions transversales ainsi que sur la volonté d'avoir un laboratoire plus cohérent et de renforcer son rayonnement national et international. Le comité d'experts approuve ces orientations et il serait bon qu'elles permettent un accroissement significatif des interactions entre les équipes fluides, entre les équipes solides, éventuellement aussi entre thématiques fluides et solides.

Les projets scientifiques présentés par les équipes semblent globalement rentrer dans la continuité des thématiques existantes, avec de nombreuses évolutions s'appuyant notamment sur une politique d'équipement ambitieuse et bien pensée collectivement. Le LML doit poursuivre la réflexion collective engagée depuis quelques années, en s'appuyant notamment sur le conseil scientifique qu'il a mis en place.

Si la priorité doit être donnée aux projets scientifiques, les conditions matérielles et l'organisation sont aussi très importantes pour le fonctionnement d'un laboratoire. Le LML va bien sûr se mobiliser pour son installation dans les nouveaux bâtiments. Son projet de Pôle Administratif et Technique est crucial pour aboutir à un fonctionnement plus collectif et plus efficace, surtout pour un laboratoire faiblement doté en personnel technique.



## 4 • Analyse équipe par équipe

### Équipe ER1

Fluides Complexes et en Interaction

Nom du responsable : M. Gilmar MOMPEAN

#### Effectifs

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 13                   | 13                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        |                      |                      |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       |                      |                      |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 1                    |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 2                    | 2                    |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>16</b>            | <b>15</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 13                   |                      |
| Thèses soutenues  | 9                    |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 2                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      |                      |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 7                    | 7                    |

### • Appréciations détaillées

L'équipe concentre ses activités sur la dynamique des fluides viscoélastiques, les instabilités hydrodynamiques et thermiques, la dispersion et la convection turbulente, et les interactions fluide-structure. Les approches combinent théorie et simulation (Dynamic Numerical Simulation DNS, Large Eddy Simulation LES, etc).



### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

- les recherches sont de tout premier plan, en particulier le développement d'outils numériques de calcul sophistiqués, où l'équipe occupe le terrain sur le plan national, avec des percées au niveau international ;
- on notera des résultats très originaux sur la réduction de traînée par injection de polymères, sur la turbulence élastique, les instabilités thermo-hydrodynamiques en milieu poreux ou fluides, la dispersion convective turbulente, et des avancées dans le domaine des interactions fluide-structure ;
- enfin, le démarrage des thématiques biomécaniques (écoulement en conduite sténosée) est notable ;
- les articles sont publiés dans de très bonnes revues à comité de lecture (JFM, JNNFM, JoT, etc) et sont bien cités. En outre, plusieurs codes de calcul performants ont été développés au sein de l'équipe ;
- l'équipe bénéficie de nombreuses collaborations internationales, mais on note peu de conférences internationales sur invitation ;
- le nombre de publications est de l'ordre de 1,3 article/an/permanent, ce qui est très raisonnable au vu de la qualité des revues.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

- la responsabilité du GDR 2902 "Interactions fluide-structure" est notable et place bien l'ER1 au niveau national, où elle occupe une place de choix ;
- des chercheurs de haut niveau, venant de l'extérieur, en particulier de laboratoires très reconnus, ont été récemment recrutés comme enseignants-chercheurs ;
- l'équipe est partenaire d'un projet européen SAFUEL (2012-2016), où elle anime un Work Package.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe développe essentiellement les aspects amont, ce qui fait sa force. Néanmoins, on note :

- la participation à deux projets industriels (réduction des effets de ballottement dans les réservoirs d'avion - Projet sur les risques liés à une éventuelle fuite du site de stockage de méthane gazeux) et une ANR du programme SYSCOMM ;
- des interactions avec des problématiques industrielles (contrats EDF, DCNS, Total, Airbus) ;
- des collaborations extérieures, académiques ou autres, portant sur des applications (Université de Québec, Bosphore University, LGCgE).

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

- la logique de l'équipe est de se concentrer sur les aspects amont, concernant modélisation et simulation. Pour ce faire, l'équipe dispose de codes numériques accessibles aux membres de l'équipe. Il serait bon qu'un permanent (niveau ingénieur) puisse être en charge de la maintenance des codes de calcul ;
- certains articles sont signés uniquement par un seul auteur de l'équipe, il faudrait veiller à renforcer les synergies afin de mieux travailler ensemble. En effet, un manque de liens entre les études dans l'équipe ternit quelque peu l'impression générale ;
- les champs d'expertise de l'équipe devraient naturellement permettre une action transversale et structurante dans l'unité justement parce que ses compétences pourraient servir aux autres équipes. Inversement, certaines autres équipes du laboratoire pourraient fournir à l'équipe ER1 des résultats expérimentaux qu'elle va chercher ailleurs ;
- l'équipe doit veiller à consolider ses acquis, ce qui devra se faire naturellement grâce à l'arrivée récente de jeunes enseignants-chercheurs.



### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

- l'équipe est très active au niveau des différentes formations, tout particulièrement au Département de Mécanique Fondamentale (UFR de Maths), au sein du Master 2 "Sciences Mécanique et Ingénierie", ainsi qu'au sein du Master 1 (parcours mécanique) ;
- on note aussi son rôle à la direction du Collège Doctoral Lille-Nord de France (Études Doctorales du Domaine Mécanique, génie civil, énergétique, matériaux) ;
- l'équipe est aussi en charge de l'accueil et du suivi des doctorants en lien avec les deux écoles doctorales de site.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

- le projet est dans la continuité des thématiques actuelles, avec certains aspects nouveaux qui se rajoutent ;
- il faut veiller à la cohérence globale des travaux de l'équipe et ne pas faire un catalogue des thèmes. A ce sujet, il est important, comme indiqué pendant les présentations, d'intégrer les nouveaux arrivants sur des projets existants. Cette stratégie pourra s'appuyer sur les compétences nouvelles des arrivants (en particulier les aspects physiques), ce qui permettra un élargissement disciplinaire ;
- la recherche de partenaires dans les domaines expérimentaux est une bonne stratégie, car elle va permettre de valider les modèles et les simulations, en les confrontant à des résultats concrets, puisque les aspects expérimentaux ne sont pas développés dans l'équipe ;
- il faudra cependant bien veiller à développer des modèles adaptés, ce qui nécessite de définir les lois de comportement et conditions aux limites en fonction des applications ;
- la poursuite des projets industriels envisagés est souhaitable, et il ne serait pas déraisonnable d'en développer quelques autres ;
- sur les thématiques, l'équipe doit faire attention à bien se positionner aux niveaux national et international lors de son auto-analyse ;
- au final, l'orientation des travaux, en articulant bien recherches fondamentales et finalisées, devrait permettre de nouveaux succès.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'activité de l'équipe est reconnue aux niveaux national et international, ce qui fait sa force. Le LML sait faire place aux activités de l'équipe, qui sont en amont de ses recherches, ce qui est positif.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

L'équipe devrait profiter de l'expérience et du savoir-faire présents au sein du laboratoire, ce qui pourrait la rendre encore meilleure. Des liens pourraient voir le jour si des actions transverses se mettaient en place, en particulier sur la turbulence ou les instabilités en milieux poreux.

- *Recommandations :*

Il faut veiller à ne pas se disperser et continuer à renforcer les thèmes où l'équipe est forte. L'intégration des jeunes arrivants sera essentielle pour obtenir de nouveaux succès.



## Équipe ER2

Ecoulements Tournants et Turbulents

Nom du responsable : M. Jean-Philippe LAVAL

### Effectifs

| Effectifs de l'équipe   | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 10                   | 10                   |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 3                    | 3                    |
| N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 4                    | 4                    |
| N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 3                    | 3                    |
| N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 3                    |                      |
| N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>  | <b>23</b>            | <b>20</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 12                   |                      |
| Thèses soutenues  | 11                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 5                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 2                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 9                    | 9                    |

### • Appréciations détaillées

L'équipe concentre ses activités sur l'étude expérimentale et la modélisation des écoulements turbulents de paroi, des écoulements tournants et des turbomachines, de la cavitation hydrodynamique, ainsi que sur le thème fédérateur du contrôle actif d'écoulements décollés et instables. Une importante activité transversale concerne le développement de techniques de métrologie optique en mécanique des fluides, qui servent de base aux diverses études expérimentales. Les approches développées par l'équipe combinent expérimentation, théorie et simulation (DNS, PANS, RANS). L'équipe présente une forte interaction avec le secteur aval (transports, aérospatial, turbomachines).



### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

- les résultats des recherches sont de tout premier plan, sur l'ensemble des thématiques de l'équipe, en particulier pour ce qui concerne le développement de nombreuses techniques de mesure optique en mécanique des fluides, pour lesquelles l'équipe est reconnue, et leur application dans des configurations complexes, dépassant largement le cadre académique. Ces recherches positionnent l'équipe aussi bien sur le plan national qu'international ;
- on notera en particulier le développement de mesures détaillées de turbulence de paroi (y compris des mesures couplées pression-vitesse) et leur interprétation au niveau de structures proche-paroi cohérentes avec comparaison à des calculs DNS de l'équipe, des mesures Rayons X d'écoulements cavitants, et des études du démarrage et des instabilités dans les turbomachines ;
- il convient de souligner la synergie qui existe entre les différentes activités de l'équipe et la mutualisation des moyens de mesure entre activités ;
- les articles sont publiés dans les journaux de référence de chacune des thématiques ; on relève ainsi : expérimentation en mécanique des fluides (14 Experiments In Fluids), turbulence (8 Journal of Fluid Mechanics, 7 Journal of Turbulence, 4 Physics of Fluids), turbomachines (4 Journal of Fluids Engineering) ;
- l'équipe bénéficie de nombreuses collaborations nationales et internationales, sur l'ensemble des thématiques, mais on note que les 8 conférences invitées sont inégalement réparties entre les membres de l'équipe ;
- on compte 1,1 articles/an/permanent (titulaire), ce qui est satisfaisant au vu de la qualité globale des revues et de la thématique (mesures en mécanique des fluides sur de grosses installations expérimentales) ;
- enfin, le démarrage des expérimentations sur le banc BERAC (CME2) est notable, car il positionne l'équipe dans le domaine des compresseurs axiaux aéronautiques, complétant les activités longtemps reconnues dans le domaine des turbopompes spatiales (ARIANE).

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

- l'équipe a coordonné le projet européen WALLTURB (2005-2009), a participé aux projets européens AVERT (2007–2009) et AFDAR (2010–2013), et participe actuellement au projet européen EUHIT (2013–2017). L'organisation par l'équipe des workshops WALLTURB (2009, 2014) ouverts à l'ensemble de la communauté scientifique, ainsi que la co-organisation du colloque FluVisu (2011), contribuent au rayonnement du LML ;
- l'équipe est activement impliquée, via des thèses de doctorat (turbomachines, cavitation, contrôle, métrologie optique), dans le Consortium Industrie-Recherche en Turbomachines (CIRT) qui regroupe l'ensemble des acteurs académiques, institutionnels et industriels français dans le domaine des turbomachines, ce qui assure son positionnement national. Sur le plan international, elle est également très visible, ayant assuré la présidence du Comité Scientifique de l'European Turbomachinery Conference ETC (2011 et 2013), ainsi que l'organisation des International Symposia on Rotating Machinery ISROMAC (2008, 2016 prévu) ;
- on dénombre également plusieurs collaborations internationales académiques ou autres (eg, Univ. Melbourne, Laboratoire National d'Argonne, Université de Padoue, Académie des Sciences de Russie, Embraer, ...).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

- l'équipe a une très importante interaction avec le secteur aval, sur des projets pluriannuels (SNECMA, CNES, FUI, ADEME, CEA, EDF, CETIM) qui permettent de combiner le niveau élevé des recherches (également soutenues par des ANR) dans un cadre concerté, impactant directement le secteur aval ;
- les projets européens auxquels l'équipe participe sont en partenariat avec l'industrie aérospatiale (DASSAULT, AIRBUS, EADS, ALENIA, ...), notamment sur le contrôle des décollements en turbulence de paroi ;





- il faut aussi mentionner des actions de transfert technologique dans le cadre de collaborations avec des PME/PMI (éoliennes, micro-turbines,...), qui rentrent dans ce cadre d'interaction avec l'environnement économique et social ;
- l'équipe est par ailleurs fortement impliquée dans les grands projets régionaux CISIT (et CISIT2) et INNOCOLD ;
- l'ouverture des activités de l'équipe vers les énergies renouvelables (collaboration avec l'UPR PROMES depuis 2008 attestée par le dépôt d'un brevet en 2011, système de stockage hydropneumatique, petites éoliennes urbaines) rentre aussi dans ce cadre.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

- l'étude de problèmes réels, directement liés aux applications, à un niveau scientifique de tout premier plan, est un point fort de l'équipe, qui ne se limite pas à l'analyse de problèmes académiques ;
- la logique de l'équipe est de partager des compétences métrologiques et des chaînes de mesure, autour de plusieurs bancs de mesures, répartis sur 2 sites (EC Lille et ENSAM-Lille). Cette mutualisation a été organisée avec succès, et a donné lieu à des publications communes au sein de l'équipe ;
- l'équipe présente d'intéressantes complémentarités calcul/expérience, en turbulence de paroi et contrôle (développement de codes), en cavitation (vérification de modèles dans des codes existants) et turbomachines (développement d'outils 1-D instationnaires et utilisation de codes existants). Les besoins de calcul numérique de l'équipe sont logiquement abordés par des développements internes en raison de la complexité géométrique des configurations étudiées. Les interactions avec d'autres équipes, telles que celles existantes sur le plan théorique des instabilités, pourraient être davantage développées ;
- le rajeunissement très rapide de l'équipe, grâce à l'arrivée de jeunes enseignants-chercheurs et chercheurs, liés aux activités de la soufflerie aérodynamique, dans un domaine où il est nécessaire de partager des moyens de mesure et de planifier l'utilisation de la soufflerie, implique un très sérieux travail d'intégration. Les tutelles (EC Lille, Lille1, Arts & Métiers ParisTech, CNRS) sont conscientes de cet impératif et se sont chargées d'apporter des solutions adaptées.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

- l'équipe anime, en collaboration avec l'UPR PPRIME, l'International Master on Turbulence, en anglais, qui cible tous les secteurs industriels et de recherche confrontés à des écoulements turbulents. Ce Master a démarré en 2010-2011 et compte actuellement un flux de 10 étudiants/an, recrutés à l'international ;
- l'équipe compte 9 HDR (6 HDR titulaires + 3 PREM), et a un taux d'encadrement d'environ 0,5 thèses/an/HDR(titulaire), ce qui apparaît raisonnable pour un bon suivi des thèses.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

- l'évolution du projet de l'équipe sur l'ensemble des thématiques - turbulence de paroi (écoulements décollés, contrôle, zone de sillage de la couche-limite, modèles numériques pour la zone de proche-paroi ; soutien CISIT, EU), cavitation y compris cryogénique (LIF, PIV, RX, TI ; soutien INNOCOLD, SNECMA), turbomachines (interactions rotor/stator, instabilités, contrôle ; soutien CIRT, SNECMA) et efficacité énergétique (collaboration PROMES) - est ambitieux et au centre des préoccupations actuelles des communautés scientifiques correspondantes et des besoins de l'industrie aérospatiale ;
- les projets d'infrastructure (extension de la veine d'essais de la soufflerie, réaménagement du hall d'essais, et tunnel cryogénique pour la cavitation) s'inscrivent parfaitement dans le développement des activités pour lesquelles l'équipe est reconnue, aux niveaux national et international, et offriront de nouveaux supports matériels importants pour ces activités ;
- le projet de canal hydrodynamique pour la turbulence pourrait permettre des collaborations avec d'autres équipes du LML. Il est néanmoins essentiel que l'équipe reste concentrée sur ses activités de turbulence de paroi, qui font sa spécificité au niveau national et sa réputation au niveau international ;
- la stratégie partenariale de l'équipe (industrie aérospatiale, projets européens et grands projets régionaux) est dans la continuité de l'existant, et devrait assurer les ressources nécessaires, en évitant de la rendre trop dépendante des ANR ;
- la mise en commun des moyens métrologiques et l'action transverse contrôle, devront être renforcées, car elles contribuent beaucoup à la cohésion de l'équipe ;



- sur le plan de la simulation numérique, des collaborations internes au LML ou externes seront probablement nécessaires au développement de ce volet des activités de recherche.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'activité de l'équipe est reconnue aux niveaux national et international, ainsi que par le secteur aval, qui la soutient par de nombreuses actions concertées. La présence d'une équipe à forte composante expérimentale en mécanique des fluides est essentielle pour le LML, qui a vocation à couvrir l'ensemble des domaines de la mécanique.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

L'équipe devra veiller à l'intégration des nouveaux arrivants afin de réussir son renouvellement, suite aux nombreux départs à la retraite, récents et prévus, tout en préservant sa spécificité nationale et internationale. Des actions transverses avec d'autres équipes du LML pourraient être envisagées, notamment sur la turbulence, les instabilités et le contrôle.

- *Recommandations :*

L'équipe doit maintenir son projet scientifique cohérent avec ses points forts et ses thématiques bien identifiées. L'intégration des nouveaux arrivants est essentielle pour obtenir de nouveaux succès.



## Équipe ER3

MaSTR, Du Matériau à la Structure

Nom du responsable : M. Eric CHARKALUK

### Effectifs

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 20                   | 20                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        | 2                    | 2                    |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 1                    |                      |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            | 1                    |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 1                    |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>25</b>            | <b>22</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 22                   |                      |
| Thèses soutenues  | 28                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 1                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 2                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 10                   | 10                   |

### • Appréciations détaillées

L'équipe qui s'est restructurée en intégrant les membres de l'ex ER6 a des activités dont le thème général est l'étude multiéchelle des phénomènes d'endommagement et de fatigue d'alliages métalliques, de polymères et de composites, activités qui se structurent en trois axes principaux. Un point fort identifié est la fatigue multiaxiale des élastomères. Les activités s'appuient sur des compétences transversales de nature expérimentale avec des développements innovants en métrologie optique, et l'utilisation de méthodes d'homogénéisation.



### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

- le point fort de l'équipe est l'étude des grandes déformations des polymères et en particulier la fatigue multiaxiale des élastomères, avec 29 ACL publiés sur la période. L'activité est assez transversale, et va de l'élaboration de matériaux à microstructure contrôlée, la métrologie multiéchelle et multimodale, les essais multiaxiaux, jusqu'aux méthodes d'homogénéisation ;
- on notera en particulier des résultats originaux en rupture ductile, la modélisation de l'anisotropie induite par la déformation et l'endommagement dans les polymères, les premiers bilans d'énergie microstructuraux via l'étude des couplages thermomécaniques dans les polycristaux à partir de mesures couplées de champs de température et de déformation à l'échelle microstructurale ;
- les activités de recherche s'appuient sur les GTT 'Approches multi-échelles' en plasticité cristalline, et 'Mesure de champs', ce dernier jouant un rôle important d'appui transverse aux activités de mesure de champs au sens large ;
- les activités en Biomécanique du système pelvien sont en plein essor et s'appuient sur un transfert pertinent des activités de l'axe TRAFIC. Le dialogue avec les cliniciens est très fertile, et l'interaction entre les techniques d'IRM et de simulation numérique conduit à des modèles numériques prédictifs de la mobilité du système pelvien. Cette activité qui constitue le noyau dur de la Biomécanique du LML semble très prometteuse. En revanche, les activités plus récentes en Biomécanique (sténose et athérosclérose ; endommagement des disques intervertébraux) demandent à être mieux positionnées à l'échelle nationale ;
- les articles sont publiés en général dans de très bonnes revues à comité de lecture (JMPS, IJSS, IIES, Int. J. Plasticity, Int. J. Fatigue, etc) ;
- l'équipe bénéficie de nombreuses collaborations internationales, mais on note peu de conférences internationales sur invitation ;
- le nombre de publications est soutenu, de l'ordre de 1,9 article/an/permanent, en augmentation par rapport à la période précédente.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

- l'équipe a intégré 6 nouveaux chercheurs et enseignants-chercheurs, qui renforcent les compétences déjà existantes et apportent une nouvelle compétence en fatigue d'alliages obtenus par fonderie ;
- on note une forte présence de doctorants avec 28 thèses soutenues sur la période ;
- l'équipe est fortement impliquée dans l'animation de la recherche (CNU, AFM, SF2M, GDR). On note en particulier l'animation conjointe du GT 'Calorimétrie quantitative en mécanique des matériaux' au sein du GDR 2519 MCIMS qui traduit la reconnaissance de l'équipe au plan national sur ce thème, et la mise en place d'une commission mixte AFM - SF2M 'Soudage par Friction Malaxage' ;
- l'équipe a organisé 9 congrès à l'échelle nationale et internationale.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

- l'équipe développe de façon assez équilibrée les aspects amont et appliqués ;
- les interactions avec des problématiques industrielles se traduisent par de nombreux contrats publics ou privés (CEA, EDF, PSA, Thalès, l'OREAL) ;
- l'équipe participe à 3 projets ANR et 4 FUI. Globalement, le nombre de projets nationaux est en nette augmentation par rapport au quinquennal précédent ;
- l'activité s'insère bien dans le contexte régional, en particulier quant aux aspects liés au transport (participation au CISIT, au projet RAILENIUM), par le montage de l'IRT Railenium et des projets (FUI, ANR, ADEME).



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

- même si elles existent déjà, il faudrait veiller à renforcer les synergies entre les trois axes. L'équipe doit veiller à développer des projets collaboratifs qui renforcent les interactions entre les membres, qui partagent des techniques expérimentales et des méthodologies communes. Ceci devrait être assez facile compte tenu des fortes complémentarités déjà existantes ;
- l'équipe REVe doit mieux définir son positionnement à l'échelle nationale ainsi que ses priorités scientifiques, au-delà de la recherche finalisée, qui est fortement orientée vers l'aspect contractuel ;
- les collaborations externes sont essentiellement nationales, et il convient de renforcer la dimension internationale ;
- le domaine scientifique 'Mécanique et Matériaux' sur lequel se positionne l'équipe est très concurrentiel et le positionnement de l'équipe à l'échelle nationale demande à être mieux affirmé ;
- l'équipe participe activement aux deux GTT du Laboratoire, du fait en particulier de développements innovants en métrologie optique ;
- la maintenance des plateformes expérimentales demande un personnel support qui actuellement est en nombre insuffisant, compte tenu notamment de leur essor. Il faut veiller à stabiliser des personnels techniques supplémentaires sur les plateformes.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est assez modeste ; elle se traduit notamment par :

- la responsabilité au PRES de la mise en place de programmes d'aides à la mobilité internationale des doctorants ;
- La mise en place d'une formation doctorale thématique intitulée 'Mécanique fondamentale' soutenue par l'AFM ;
- la participation récurrente aux deux cours principaux de formation continue en Fatigue des structures (CACEMI / CNAM et Collège de Polytechnique) ;
- le développement de simulateurs physiques de traitement gynécologique en partenariat avec le CHU de Lille.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

- le projet est dans la continuité des thématiques actuelles, avec certains aspects nouveaux qui se rajoutent ;
- l'équipe doit faire attention à bien se positionner aux niveaux national et international avant même d'envisager le développement de nouveaux thèmes, dans un secteur 'Mécanique et Matériaux' où la concurrence est vive ;
- il faut veiller au développement d'interactions entre les axes, compte tenu de l'appui fort existant déjà à des plateformes expérimentales communes. L'animation scientifique de l'équipe devrait permettre cette synergie ;
- les développements dans le domaine de la fatigue doivent se faire en lien étroit avec l'équipe ER5, qui est expérimentée ;
- les modélisations doivent davantage prendre en compte les informations à l'échelle microstructurale (ce que permettent les plateformes) dans des approches micromécaniques qu'il conviendra de développer. Des pistes prometteuses, qu'il conviendra d'explorer (rôle des interfaces, effets de gradient), existent déjà ;
- les recherches en Biomécanique du système pelvien sont en pleine expansion et l'intégration géographique de deux cliniciens devrait rendre encore plus bénéfiques et efficaces les interactions avec les mécaniciens, jusqu'au développement de prothèses ;
- au final, l'orientation des travaux, en continuant à bien articuler recherches fondamentales et finalisées, devrait permettre de nouveaux succès.



## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'activité de l'équipe est reconnue aux niveaux national et international. L'existence d'une activité contractuelle soutenue est le garant de la pérennité de l'équipe. L'équipe dispose de moyens expérimentaux importants qui constituent une de ses forces. L'accès à des mesures de champs doit nourrir des modélisations de la microstructure au service d'une approche micromécanique qui complètera harmonieusement la modélisation d'essence phénoménologique.

La Biomécanique du système pelvien est un point fort de l'équipe sur lequel elle a acquis une originalité propre, et il faudra éviter le risque d'une ouverture vers des thèmes où l'originalité serait contestable ou insuffisante.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

L'équipe devrait renforcer les interactions entre ses membres en se positionnant sur des axes forts à l'échelle nationale et internationale. L'activité contractuelle ne doit pas se faire au détriment de la recherche amont, dont il conviendra de préserver la part importante qui existe actuellement. Le volet international devra être renforcé dans l'avenir.

- *Recommandations :*

Il faut renforcer les thèmes où l'équipe est forte et éviter une dispersion dans un secteur qui est concurrentiel.



## Équipe ER4

Couplages THMC

Nom du responsable : M. Nicolas BURLION

### Effectifs

| Effectifs de l'équipe   | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 13                   | 13                   |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        |                      |                      |
| N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 3                    | 3                    |
| N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) | 7                    |                      |
| N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>  | <b>23</b>            | <b>16</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 20                   |                      |
| Thèses soutenues  | 34                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 11                   |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      | 1                    |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 6                    | 6                    |

- **Appréciations détaillées**

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe « Couplages THMC » développe des recherches expérimentales, théoriques et numériques d'un excellent niveau sur la caractérisation et la modélisation avancées du comportement thermo-hydro et chemo-mécanique des géomatériaux depuis une échelle microscopique locale jusqu'à l'échelle de la structure de génie civil.



Les aspects expérimentaux intègrent en particulier des dispositifs très originaux de mesure de perméabilité au gaz sous contraintes et en température, ainsi que de nombreuses cellules triaxiales THMC permettant la réalisation d'essais couplés. Ces équipements, dont certains font l'objet de brevets actifs, permettent une caractérisation très fine du comportement poromécanique à température et hygrométrie contrôlées des roches et des bétons. L'équipe a également été un précurseur dans le développement d'outils d'observation de la microstructure des géomatériaux, notamment en utilisant la microtomographie par rayons X « in situ » lors de la réalisation d'expérimentations de lixiviation de mortiers.

L'activité de modélisation qui s'appuie le plus souvent sur des résultats expérimentaux obtenus dans l'équipe est aussi d'un très bon niveau. On peut par exemple souligner le développement de modèles multi-échelles basés sur des techniques d'homogénéisation non linéaire intégrant un comportement viscoplastique ou une hétérogénéité des champs locaux. Ces développements multi-échelles sont complétés de façon pertinente par des approches multiphysiques hydromécaniques ou thermo-hydromécaniques qui permettent d'aller jusqu'au calcul d'un ouvrage.

On compte une production scientifique très importante avec environ 130 publications (soit 1,8/an/permanent) dans de très bonnes revues internationales à comité de lecture (Int. J. Plast., CCR, IJSS,...) et une soixantaine de contributions dans des congrès internationaux. Ce niveau de publication et sa grande cohérence scientifique situent l'équipe « Couplages THMC » au tout premier plan au niveau national et lui donne une très bonne visibilité internationale.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe « Couplages THMC » a piloté 4 projets, nationaux ou internationaux, pendant la période de contractualisation : ANR MICROFISS (Blanc), ANR MELANI (Blanc international), ANR SEDIBET, projet NEEDS MECAMIGRE. Elle a également participé à de nombreux projets nationaux et à un projet Européen (FORGE).

Le rayonnement de l'équipe au sein de la communauté internationale lui offre de nombreuses opportunités de collaboration (Université Polytechnique de Hong-Kong, Académie des Sciences de Chine, Université de McMaster au Canada, Université de Wroclaw en Pologne, TU Braunschweig en Allemagne).

L'équipe « Couplages THMC » a organisé la conférence internationale GEOPROC2008, le colloque national Transfert2012 et deux mini-symposiums de conférences internationales (Biot 2013, PLSE 2012).

Un de ses enseignants-chercheurs a reçu en 2011 le prix « Excellent Contribution Award » de l'International Association for Numerical Methods in Geomechanics.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe « Couplages THMC » est très fortement impliquée dans des activités de recherche contractuelles en lien avec des problématiques d'origine industrielle variées : le stockage géologique du CO<sub>2</sub> (TOTAL), le stockage profond de déchets radioactifs (ANDRA), l'exploration des roches contenant des gaz de schiste (GDF-Suez et TOTAL), les enceintes de confinement des réacteurs nucléaires (EDF).

En outre, l'équipe est dépositaire de 5 brevets actifs et a mis au point le capteur Pulse, qui permet de mesurer in-situ la saturation en eau des bétons de structures et qui sera utilisé à la fois sur le site de stockage de déchets radioactifs de l'Andra et dans un voile du futur réacteur EPR.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Cela semble être le point faible de l'équipe. Le rapport avoue « une certaine difficulté à organiser très régulièrement des réunions d'équipe compte tenu des agendas et de la dispersion géographique des membres de l'équipe ». Un équilibre est à trouver, et qui ne remette pas en cause le dynamisme de l'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe « Couplages THMC » est impliquée dans la formation Doctorale, notamment à travers le pilotage, par l'un de ses membres, d'un Master 2 de Génie Civil à vocation recherche (20 étudiants/an environ). Notons également que 34 thèses ont été soutenues durant la période, ce qui est très conséquent.





## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet de l'équipe « Couplages THMC » est décliné en trois thématiques qui sont dans la continuité du bilan de la précédente période, mais qui font apparaître un découpage plus structurant pour l'équipe en évitant de séparer expérimentateurs et numériques. Les deux premiers thèmes (Approches multi-échelles en expérimentation et modélisation, Couplages multi-physiques dans des milieux poreux) sont complémentaires à l'échelle du matériau et comportent, à la fois, des aspects expérimentaux et de modélisation numérique. Le troisième thème (Méthodes numériques et analyse des structures du génie civil) permet de faire ressortir, par rapport au bilan, la volonté de l'équipe d'aboutir au développement d'outils numériques capables de simuler le comportement de structures réelles.

L'acquisition, par le laboratoire, d'un microtomographe constitue une très belle opportunité pour l'équipe. Cet équipement ouvre la voie à la réalisation d'essais mécaniques couplés « in situ ». Associé à des techniques de mesures de champs par corrélation d'images 3D, il offre de nombreuses perspectives expérimentales.

Pour les aspects théoriques et numériques, les axes prioritaires concernent la modélisation morphologique des milieux hétérogènes et l'extension des approches multi-échelles à différentes conditions de couplages multiphysiques. Les perspectives d'utilisation du microtomographe en lien avec la modélisation semblent un bon moyen de renforcer le dialogue entre expérimentation et modélisation à une échelle plus fine que celle du Volume Élémentaire Représentatif (VER) : depuis la construction de maillages à partir de microstructures réelles, jusqu'à la comparaison de mécanismes d'endommagement, en passant par l'identification de propriétés à l'échelle microscopique.

## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

L'activité de l'équipe Couplages THMC, très cohérente, est construite autour d'une thématique amont porteuse et profite d'une très bonne complémentarité entre les développements expérimentaux, théoriques et numériques. Les nouvelles approches développées sont appliquées à différentes échelles et déclinées sur des applications variées. Il en résulte un équilibre exemplaire entre recherche fondamentale et valorisation.

### ▪ *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

Il faut décharger les jeunes des responsabilités administratives qui pourraient limiter leur production scientifique. L'équipe doit également veiller à se réunir régulièrement malgré les fortes responsabilités de certains de ces cadres. Compte tenu de la forte activité expérimentale contractuelle, il serait très bénéfique pour l'équipe de disposer d'un soutien en techniciens/ingénieurs plus conséquent.

### ▪ *Recommandations :*

L'équipe devrait profiter de la mise en service du tomographe pour renforcer encore plus le dialogue expérimental-numérique dès l'échelle microscopique.



**Équipe 5 :** Freinage Contact Surfaces

**Nom du responsable :** M. Yannick DESPLANQUES

**Effectifs**

| Effectifs de l'équipe  | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|--|----------------------|----------------------|
| <b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés                             | 13                   | 13                   |
| <b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés                        |                      |                      |
| <b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)       | 4                    | 4                    |
| <b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)                            |                      |                      |
| <b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.) |                      |                      |
| <b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)     |                      |                      |
| <b>TOTAL N1 à N6</b>   | <b>19</b>            | <b>21</b>            |

| Effectifs de l'équipe                                       | Nombre au 30/06/2013 | Nombre au 01/01/2015 |
|---|----------------------|----------------------|
| Doctorants  | 13                   |                      |
| Thèses soutenues  | 17                   |                      |
| Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité   | 3                    |                      |
| Nombre d'HDR soutenues                                      |                      |                      |
| Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 6                    | 5                    |

### • Appréciations détaillées

Les objectifs scientifiques de l'équipe se concentrent sur l'identification des paramètres de couplage physique intervenant dans le contact frottant, le lien entre les matériaux et les sollicitations thermomécaniques conduisant à l'endommagement des composants, les conditions de contact responsables des vibrations induites par frottement et notamment le crissement.

La compréhension des interactions entre les échelles au sein de l'aire de contact jusqu'au système frottant dans sa globalité est au cœur de l'ensemble des développements expérimentaux et des modélisations.



Les actions de recherche sont structurées en cinq thèmes interdépendants qui traitent d'aspects amont avec un souci d'applicabilité au travers des nombreuses collaborations avec des acteurs du tissu industriel :

- mécanismes de frottement et d'usure et couplages multi-physiques à l'interface ;
- vibrations induites par le frottement : rôle dans les mécanismes conduisant au phénomène de crissement ;
- localisations thermiques, mesure des températures en surface et fissuration des disques en freinage ;
- fatigue du contact roue-rail, en collaboration avec l'ER3 ;
- caractérisation morphologique/mécanique multi-échelle des surfaces.

Les études expérimentales sont conduites sur des dispositifs originaux, spécifiquement instrumentés, avec des matériaux «simplifiés» issus des formulations industrielles, et sont couplées à des caractérisations des matériaux et des surfaces. Elles sont menées en lien avec la simulation numérique, pour identifier les phénomènes physiques mis en jeu et déterminer les grandeurs prépondérantes.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les travaux de l'équipe ayant donné lieu à une diffusion dans les revues de références ou des congrès de grande audience ont porté principalement sur les thèmes suivants :

- essai d'interaction dynamique aube - revêtement abrasable. Développement d'un banc d'essai rotatif en collaboration avec l'ONERA Lille, dédié à l'étude du couplage entre la dynamique d'aube et la dégradation du revêtement abrasable et des forces d'interaction qui en résultent ;
- modèle de l'interface aube - carter tenant compte de l'usure du carter induite par la dynamique de l'aube en contact, les échauffements et les dilatations thermiques se produisant au contact aube-carter : modèle développé pour le code Coros (Snecma - McGill) ;
- développement d'un micro-système d'indentation instrumenté sous MEB permettant la visualisation et la localisation précise de l'empreinte de manière à appréhender les phénomènes mis en jeu pendant l'indentation comme la fissuration ou la déformation de l'empreinte ;
- développement d'un protocole de traitement de mesure en pyrométrie optique bichromatique pour la détermination de la température et de l'émissivité de surfaces pendant le frottement ;
- protocole d'étude de criticité de sollicitations de freinage vis-à-vis de l'endommagement et de la fatigue des disques de frein.

La production et la qualité scientifiques sont bonnes. On a comptabilisé :

- 115 articles de revue avec comité de lecture, soit 1,37 articles par EC et par an en moyenne sur la période ;
- 157 communications nationales et internationales, 8 conférences invitées ;
- 1 direction d'ouvrage, 6 ouvrages ou chapitres.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est bien intégrée et reconnue par les communautés nationale et internationale.

On peut relever 4 faits illustrant le rayonnement et l'attractivité de l'équipe :

- équipe porteuse du projet ANR CoMatCo 2103-2017 en collaboration LaMCoS/INSA de Lyon, IJLRDA/Univ Paris 6, KU Leuven, et en partenariat avec les sociétés SNECMA, Faiveley Transport, Chassis Brakes Int ;
- équipe co-fondatrice de la Conférence Internationale Eurobrake depuis 2012, à la suite des conférences Braking organisées au Royaume Uni à York par l'Université de Leeds, et des conférences JEF organisées en France à Lille par le Pôle Frein ;
- 2 conférences invitées, IWAAFC III, New Delhi (India), February 9-10, 2011 ;
- 1 conférence invitée, Wrocław University of Technology (Poland), November 15, 2010.



### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe développe un grand nombre de partenariats, notamment industriels, comme le montrent les projets mentionnés ici :

- projet MEDEA « Méthodologie de développement et de caractérisation des abrasables », 2011-2015, partenaires industriels SNECMA, Techspace Aero et Turbomeca ;
- projet ADEME Investissements d'Avenir « Véhicule du Futur » GLGV «Développement d'une garniture de frein à haute performance pour la grande vitesse ferroviaire», 2013-2017, partenaires industriels SNCF et Faiveley Transport ;
- membre du comité de pilotage du projet phare CISIT « Campus International pour la Sécurité et l'Intermodalité dans les Transports » et coordinateur de l'Action G2T2 «High Performance and Friendliness Rubbing Systems», CPER 2007-2013 ;
- formation d'un ingénieur SUMITOMO Metal Ltd (Japon) à l'étude expérimentale des localisations thermiques induites en freinage par friction, 1 mois, avril 2012 ;
- participation comme expert international à une revue technique de conception d'une nouvelle génération de frein d'actionneur aéronautique pour la société Leroy-Somer, Emerson Group, 28-29 juin 2011 ;
- projets collaboratifs : ANR CoMatCo, 2012-2016, Projet MEDEA, 2011-2015, Projets ADEME Investissements d'Avenir GLGV et CEVIFER, PHC Utique, 2010-2013 ;
- participations aux Pôles de compétitivité : Pôle i-Trans, projet FUI TTSA/détection, 2009-2012, partenaires Eurotunnel, Signal Développement ; Pôle S2e2, projet FUI CREOLE, partenaires Stromag France, Flertex, 2009-2012

On notera, enfin, 10 contrats de recherche dont 4 avec des partenaires internationaux : SNECMA (Villaroche, 2006-2009), Valdunes (Trith-Saint-Leger, 2009-2012), Lapinus Fibres (Roermond, Pays Bas, 2009 et 2010-2013), Robert Bosch (Drancy), CTIF (Sèvres, 2010-2013), ARCELORMITTAL R&D (Metz, 2010 et 2011), VALEO (Amiens, 2011-2014), SUMITOMO Metal Ltd. (Hyogo, Japan, 2011-2012), TIMCAL.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe participe à l'enseignement et à la formation par la recherche avec outre l'encadrement de doctorants, la conception et la coordination de deux modules « Du contact à la structure en Freinage » et « Modélisation en Mécanique des Structures » du master 2 SMI « Sciences Mécaniques et Ingénierie »(Univ Lille 1, EC Lille, AMPT Lille, 2010-2014), la conception et la coordination de l'Unité d'Enseignement d'Expertise «Ingénierie des transports terrestres» (TETRA), niveau M2, (AMPT Lille, 2010-2014) et la conception et la coordination du module « Transport Grande Vitesse », niveau M1, (École Centrale de Lille, 2010-2012).

Un membre de l'équipe est suppléant au Directeur du Domaine Mécanique-Génie Civil, Matériaux et Énergie de l'École Doctorale Sciences Pour l'Ingénieur, Université Lille Nord de France.

On notera aussi une invitation pour un cours : "Physical coupling in disc brakes : tribology, thermomechanics and vibrations", Swedish Research School in Tribology, KTH Stockholm (Sweden), May 29, 2013.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe présente un projet dans la continuité des travaux précédents, associant des expérimentations fines et des modélisations numériques, avec l'objectif de maîtriser l'usure et les vibrations induites.

Ce projet met l'accent sur l'identification et la modélisation multi-échelles en s'appuyant sur des collaborations locales, nationales et internationales, qu'il serait souhaitable de diversifier.

Le couplage dynamique - tribologie préconisé pour la maîtrise des nuisances acoustiques est un axe novateur et pluridisciplinaire. Ce développement doit s'appuyer à la fois sur des compétences du laboratoire en terme de comportement des matériaux sous sollicitations extrêmes et des collaborations nationales et internationales sur la dynamique du contact et la loi de frottement dans des conditions de température et de vitesse très élevées.



## Conclusion

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les points forts sont les suivants :

- thématiques fortes : couplage thermo-mécanique - dynamique, couplage thermo-mécanique tribologie ;
- fortes augmentation et originalité des moyens expérimentaux développés par l'équipe ;
- approches complémentaires : expérimentale et numérique ;
- augmentation du nombre de projets collaboratifs à l'échelle nationale et européenne.

### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

On note une relative faiblesse en recherche plus amont (fondamentale) et une légère tendance à la dispersion thématique.

### ▪ *Recommandations :*

Le suivi de la déformation plastique en temps réel par microscopie au cours de l'indentation est original. Il faudrait cependant préciser l'apport de l'indentation dans la compréhension du frottement, de l'usure et de la fatigue dans la problématique du freinage.

Les moyens humains et matériels qui seront utilisés pour l'étude physico-chimique concernant les performances des surfaces frottantes, devraient être mieux précisés.

Il serait intéressant que compte tenu des moyens dont elle dispose, l'équipe aborde aussi les problèmes de fatigue du contact.

Par ailleurs, les relations internationales déjà importantes pourraient s'étendre à plus de pays.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début : mardi 5 novembre 2013 à 08h15  
 Fin : mercredi 6 novembre 2013 à 16h45

### Lieu de la visite

Institution : Arts et Métiers Paris Tech  
 Adresse : Lille

### Deuxième site

Institution : Université de Lille, Polytech Lille  
 Adresse : Campus de Villeneuve d'Ascq

### Troisième site

Institution : École Centrale de Lille  
 Adresse : Campus de Villeneuve d'Ascq

Locaux spécifiques visités : Locaux du LML, en particulier toutes les principales plateformes expérimentales

### Déroulement ou programme de visite

#### Mardi 05 novembre

08 h 15-08 h 45 : réunion à huis clos du comité d'experts.  
 08 h 50-09 h 00 : discours d'accueil par M. Ivan IORDANOFF, Arts et Métiers Paris Tech.  
 9 h 00-16 H 15 : présentation du bilan global et du bilan de 4 des 5 équipes.  
 16 h 30-19 h 00 : visite des installations expérimentales en trois groupes.

#### Mercredi 06 novembre

08 h 15-08 h 45 : réunion à huis clos du comité d'experts.  
 08 h 45-09 h 45 : présentation du bilan de la 5ième équipe.  
 10 h 00-12 h 00 : présentation du projet du LML, puis des projets transversaux.  
 12 h 15-13 h 45 : réunion à huis clos du comité d'experts.  
 13 h 45-14 h 45 : rencontre avec les personnels.  
 14 h 45-16 h 15 : rencontre avec les officiels (directions des Écoles Doctorales, direction de l'unité, puis les tutelles).  
 16 h 15-16 h 45 : réunion à huis clos du comité d'experts.



### Points particuliers à mentionner

Néant. Visite bien organisée et bien préparée.



## 6 • Observations générales des tutelles



Le Président de Lille1,  
Sciences et Technologies  
A  
M. le Président de l'AERES

Objet : réponse au rapport sur le Laboratoire de Mécanique de Lille  
Vos références : E2015-EV-0593559Y-S2PUR150007457-005196-RT  
Nos Réf : DIRVED -2014-323

M. Le Président,

Je tiens à remercier le comité de visite de l'AERES pour le temps consacré à l'évaluation, la qualité des échanges et d'écoute et les recommandations pertinentes proposées. Le LML s'engage à mettre en œuvre, dans les meilleurs délais, ces recommandations.

Vous trouverez ci-joint la réponse de la part du laboratoire ; elle comprend :

- Des demandes de corrections factuelles,
- des observations générales portant sur le rapport d'évaluation.

Je vous prie d'agréer, cher collègue, l'expression de toute ma considération.

Villeneuve d'Ascq, le 10 mars 2014

Le Président de Lille1,  
Sciences et Technologies

P. Rollet



## LABORATOIRE DE MECANIQUE DE LILLE (UMR 8107) REPONSES AU RAPPORT AERES REÇU LE 19 FEVRIER 2014

### OBSERVATIONS GENERALES

#### Avis général sur le laboratoire

1) Juste après la visite AERES, une sixième Equipe de Recherche Emergente ER<sup>E</sup> a été mise en place. Ce point est évoqué ci-dessous, et nous pensons qu'il peut apparaître dans le rapport AERES, même s'il est très légèrement postérieur à la visite. En effet, il répond notamment à la mention dans le rapport, p.8, d'un « problème nouveau lié au manque de sérénité de certains chercheurs dans leur travail ».

2) Il est fait mention dans le rapport d'un nombre trop réduit de personnels techniques, et d'un besoin de structuration de leur activité. Nous souhaitons indiquer que nous sommes pleinement conscients de cette sous dotation en personnel d'appui à la recherche, et que nous avons entamé depuis plusieurs années déjà un dialogue récurrent avec nos tutelles pour demander des moyens supplémentaires. Le volant d'activités contractuelles et de projets de type ANR ou ADEME est un autre levier que nous utilisons pour pallier ce manque, avec un problème de pérennité des compétences acquises sur nos 7 plateformes. La structuration des personnels techniques, sous la forme d'un pôle technique, est une priorité en 2014 pour le laboratoire, comme nous l'avons indiqué lors de la visite. Nous avançons donc actuellement vers sa mise en place, dans un processus de concertation avec les chercheurs, les personnels concernés, et nos tutelles.

3) La plateforme de microtomographie ISIS4D dont s'est équipée le LML n'est citée dans le rapport que pour son intérêt pour l'ER4 (p. 23), alors que c'est un équipement qui a vocation à être largement mutualisé pour les 4 équipes ER2, ER3, ER4 et ER5. Plusieurs travaux basés sur cette plateforme sont d'ores et déjà en cours, notamment l'ANR INDIANA portée par l'ER3.

ER1: néant

ER<sup>E</sup>

Afin de renforcer la transversalité des thématiques communes entre les équipes fluides ER1 et ER2, les équipes solides ainsi que d'autres laboratoires (par exemple l'IEMN et le LAGIS), 3 chercheurs/enseignants-chercheurs de l'ER2 (C. Braud, F. Kerhervé et R. Mathis) ont formé cette nouvelle équipe. Ceci leur permet une gestion de leur recherche plus autonome, éloignée des tensions qui existaient au sein de l'ER2.

Cette nouvelle organisation a déjà permis de faire émerger des actions transversales originales :

- le projet "émergent" AGECA qui propose la mise en place d'une plate-forme de pilotage pour le contrôle actif en étroite relation avec les équipes solides et le pôle Administratif et technique en cours de structuration.
- le projet de cavité entraînée qui propose de mettre en œuvre des expériences nouvelles dont les simulations numériques sont effectuées dans l'ER1, expériences actuellement quasi inexistantes dans ce domaine. Trois demandes de financement (2BQRs et 1 projet ISCT) ont été déposées ainsi qu'une demande de bourse de thèse
- discussions autour de la turbulence afin de mettre en œuvre des actions communes et complémentaires entre l'ER<sup>E</sup> et l'ER1, pour des études à la fois expérimentales (spécificité de l'ER<sup>E</sup>) et numériques (spécificité de l'ER1).
- mise en place d'une réflexion sur la réalisation d'une soufflerie entre l'IEMN et le LML dédiée au contrôle actif et au développement d'actionneurs.

Au delà de ces actions, l'ER<sup>E</sup> garde pour autant une très forte implication dans les thématiques originelles de ses membres, à savoir la turbulence de paroi et le contrôle d'écoulements turbulents.

## ER2

Il n'est pas fait mention dans le rapport des activités théoriques de l'ER2 sur l'Approche Hamiltonienne qui a pourtant donné lieu à une monographie (sur l'étude des mouvements tourbillonnaires, instables et ondulatoires) et plusieurs publications dans des journaux renommés (Physical Review D, JASA, JETP), publications qui sont réalisées dans le cadre de collaborations internationales avec des Universités de premiers plans (Caltech, ...).

Il est mentionné par ailleurs dans le rapport que les tutelles se sont chargées d'apporter "des solutions adaptées à la nécessaire intégration des plus jeunes" dans l'équipe ER2. L'équipe pense, de son côté, que l'intégration des plus jeunes dans le projet de recherche de l'équipe sera facilité par le maintien du potentiel technique et de recherche de l'ER2 sur la métrologie optique appliqué à la mécanique des fluides (en lien avec la plateforme nationale MeOL).

## ER3

### **1. page 19 : formation par la recherche**

L'implication de l'ER3 dans ce domaine est jugée "assez modeste". Au-delà des aspects déjà mentionnés, nous souhaitons souligner que Géry de Saxcé a été DED du domaine Mécanique auprès de l'ED072 pendant plusieurs années, et que les membres de l'ER3 sont impliqués dans de nombreux modules du M2 SMI. Mathias Brieu contribue également à la gestion de ce master en tant que correspondant à l'EC Lille.

Pour la période à venir, Géry de Saxcé est en charge du montage d'un M2 européen en mécanique des solides, et Mathias Brieu coordonne le montage du Master Bio-ingénierie à l'EC Lille.

Il faut également souligner, comme cela a été fait pour d'autres ER, que 28 thèses ont été soutenues au sein de l'ER, ce qui fait également partie de la formation par la recherche.

### **2. page 19 : projet à 5 ans**

Il est indiqué que "les développements dans le domaine de la fatigue doivent se faire en lien étroit avec l'équipe ER5, qui est expérimentée".

D'une part, la fin de cette phrase est surprenante. Il est important de souligner que des membres de l'ER3 sont fortement impliqués dans l'ANR Fast3D qui concerne le fretting-fatigue, coordonnent l'ANR INDiANA qui s'intéresse à la fatigue des alliages d'aluminium, participent à de plusieurs projets FUI qui portent sur la fatigue des structures, font partie du bureau de la commission fatigue de la SF2M, ... L'ER3 est donc très fortement expérimentée dans le domaine de la fatigue, et ce historiquement.

D'autre part, les développements sont déjà largement faits en lien étroit avec l'ER5 : 5 thèses soutenues ou en cours en co-direction depuis 2004 et portant sur la fatigue, 1 projet FUI, 1 projet ADEME portant sur la fatigue et impliquant ER3 et ER5. La fatigue de contact est déjà traitée en commun (thèse d'Amavi Langueh, soutenue, thèse de Loïc Saint-Aimé, en cours).

Il nous semble donc, sur cette base, que notre expertise dans le domaine de la fatigue n'est pas à développer mais plutôt à conforter car les compétences de l'équipe sont d'ores et déjà largement reconnues.

**ER4** : Néant

### **ER5**

Nous souhaitons réagir, d'une part, vis-à-vis de la remarque à propos des collaborations inter ER, qui sont effectives notamment entre ER5 et ER3, et d'autre part sur le thème de la fatigue de contact.

Il est indiqué page 27 du rapport AERES, en conclusion pour l'ER5, qu' « il serait intéressant que compte tenu des moyens dont elle dispose, l'équipe aborde aussi les problèmes de fatigue du contact ». Pourtant la thèse de Amavi Langueh (soutenue en juin 2013) était co-encadrée par Philippe Dufrenoy (ER5) et Eric Charkaluk (ER3) sur la fatigue de contact des roues ferroviaires, avec plusieurs communications et publications à la clé, notamment dans "Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures" (ACLIE9).

D'ailleurs, p. 25 du rapport, il est bien mentionné : "Les actions de recherche sont structurées en cinq thèmes....dont la fatigue du contact roue-rail, en collaboration avec l'ER3. Il nous semble donc que la conclusion du rapport pour l'équipe n'est pas tout à fait adaptée à la réalité des actions réalisées dans ce domaine.