

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Laboratoire d'Étude des Microstructures et de
Mécanique des Matériaux

LEM3

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Lorraine

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS

Arts et Métiers ParisTech – École Nationale Supérieure
des Arts et Métiers

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Pour le HCERES,¹

Michel Cosnard, président

Au nom du comité d'experts,²

Samuel Forest, président du comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

² Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

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 d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux

Acronyme de l'unité : LEM3

Label demandé : Renouvellement

N° actuel : UMR 7239

**Nom du directeur
(2013-2017) :** M. Mikhail LEBEDKIN

**Nom du porteur de projet
(2018-2022) :** M. El Mostafa DAYA

Membres du comité d'experts

Président : M. Samuel FOREST, Mines ParisTech

Vice-Président : M. Jean-Yves BUFFIERE, INSA Lyon

Experts :

- M^{me} Brigitte BACROIX, CNRS, Université Paris 13 (représentante du CoNRS)
- M. Gilles DESSEIN, ENI de Tarbes
- M^{me} Véronique DOQUET, Mines Paris Tech
- M^{me} Hélène DUMONTET, UPMC (représentante du CNU)
- M. Marc FIVEL, Grenoble INP
- M. Arnaud LEJEUNE, Université de Franche-Comté (représentant des personnels d'appui à la recherche)
- M^{me} Elisabeth MASSONI, Mines ParisTech
- M. Laurent ORGEAS, CNRS, Université Grenoble - Alpes
- M^{me} Muriel VERON, Grenoble INP

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Djimédo KONDO

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Jamal BOUGDIRA, Université de Lorraine

M. Ivan IORDANOFF, Arts et Métiers ParisTech

M^{me} Elisabeth PAYAN, CNRS

M. Yves REMOND, CNRS

M. Jamal TAKADOUM, Arts et Métiers ParisTech

M. Frédéric VILLIERAS, Université de Lorraine

Directeurs des Écoles Doctorales :

M^{me} Anne BOUTEVILLE, ED N° 432, « Sciences des Métiers de l'Ingénieur » (SMI)

M. Denis MAILLET, ED N° 409, « Énergie, Mécanique, Matériaux » (EMMA)

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le LEM3, créé en 2011, résulte de la fusion du LPMM (Laboratoire de Physique et Mécanique des Matériaux) et du LETAM (Laboratoire d'Étude des Textures et Applications aux Matériaux), à la demande des tutelles : CNRS, Université Paul-Verlaine-Metz (Université de Lorraine depuis 2012), École Nationale d'Ingénieurs de Metz (ENIM, intégrée à l'Université de Lorraine au 1^{er} janvier 2016) et École Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM) - Centre de Metz. A la création de l'Université de Lorraine, le LEM3 a été rattaché au pôle scientifique M4 (Matière Matériaux Métallurgie Mécanique). En tant qu'Unité Mixte de Recherche (UMR CNRS 7239), le LEM3 relève au CNRS principalement de l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (section 9 du CoNRS), et secondairement de l'Institut de Chimie (sections 14 et 15 du CoNRS). Les enseignants-chercheurs du LEM3 appartiennent à trois sections du CNU : 60^{ème}- Mécanique, génie mécanique, génie civil ; 33^{ème}- Chimie des matériaux ; et 28^{ème}- Milieux denses et matériaux.

Le LEM3 est actuellement localisé sur deux sites distants d'environ 7 km. Il occupe les bâtiments B et C sur l'île du Saulcy, avec quelques équipements dans le bâtiment A, ainsi qu'une partie du CIRAM (ENSAM) et du bâtiment B de l'ENSAM au Technopôle de Metz.

En 2017, le LEM3 déménagera du Saulcy et sera entièrement hébergé dans un bâtiment en construction au Technopôle face au CIRAM (Centre d'Innovation et de Recherche franco-allemand Associé de Metz), auquel il sera physiquement relié.

Le projet prévoit un regroupement de la recherche en mécanique des matériaux et des structures menée à Metz et à Nancy, via l'intégration au sein du LEM3 de deux unités de recherche : le Laboratoire de Biomécanique Polymère Structures (LaBPS, EA 4632) localisé au voisinage du futur emplacement du LEM3 au Technopôle (bâtiment de l'ENIM) et le groupe de recherche «Mécanique des Matériaux et Structures» actuellement au Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Théorique et Appliquée (LEMETA, UMR 7563) localisé à Nancy.

L'équipe de direction est composée de M. Mikhail LEBEDKIN, directeur, DR CNRS (Équipe APLI) et de M. Albert TIDU, directeur-adjoint, PR UL (Équipe TMP), assistés de :

- une responsable administrative : M^{me} Jacqueline DECKER ;
- deux assistants de prévention, hygiène et sécurité dans les locaux de l'UL sur l'île du Saulcy : M. A. MANDRELLI (bât. B) et M. G. ROBIN (bât. C) ;
- un personnel compétent en radioprotection chargé des risques liés aux rayonnements ionisants : M. O. PERROUD ;
- un responsable des bâtiments, M. L. MORHAIN, en charge de la préparation du déménagement ;
- un responsable de formation CNRS, M. T. RICHTON, en liaison avec la Délégation CNRS Centre-Est.

Nomenclature HCERES

ST5 - Sciences pour l'Ingénieur.

Domaine d'activité

Les domaines d'activité du LEM3 concernent les Matériaux, la Mécanique, l'étude des Microstructures et des Procédés.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	53,5	91
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	7	7
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	24	24
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	10	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	7	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	7	
N7 : Doctorants	59	
TOTAL N1 à N7	167,5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	31,5	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	71
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	34
Nombre d'HDR soutenues	8

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Le LEM3 se situe au niveau des meilleures équipes au plan international sur de nombreux sujets, notamment : instabilités plastiques et thermoplastiques, transformations de phase, caractérisation et évolution de microstructure et texture sous traitements thermomécaniques, matériaux intelligents, modélisation multi-échelle, auto-organisation de défauts cristallins, intégrité des surfaces obtenues par des procédés mécaniques, comportement dynamique des matériaux, ingénierie pour la santé. Ses compétences couvrent une vaste gamme de matériaux (métaux et alliages, matériaux intelligents, composites, géo-matériaux ...) et d'applications (automobile, aéronautique, énergie, génie civil ...). Cette expertise exceptionnelle en mécanique des solides et en élaboration et caractérisation microstructurale des matériaux va de l'échelle de la microstructure du matériau jusqu'à celle du calcul des structures en passant par les procédés de fabrication.

Le LEM3 est incontestablement un fleuron de la recherche française en Mécanique, Matériaux, Structures et Procédés. Fort d'une production scientifique soutenue dans les meilleures revues de ces domaines, il est largement reconnu internationalement et attire de nombreux chercheurs invités, doctorants et post-doctorants. Les recrutements sur la période constituent également une réussite. Les chercheurs du LEM3 mènent le front de la recherche sur de multiples sujets allant de la théorie continue des défauts cristallins, de leur caractérisation microstructurale, à la détection des instabilités des structures et à l'expérimentation et la simulation des procédés innovants. L'originalité du positionnement scientifique du LEM3 est de se situer à l'interface entre la mécanique et la métallurgie, même si le laboratoire possède également des compétences remarquées dans ces domaines pris séparément. Durant la période examinée, le laboratoire a participé pleinement au renouveau actuel de la métallurgie dans la dynamique nationale du Réseau National de Métallurgie ainsi que dans l'alliance Industrie du futur, notamment grâce à ses relations avec l'IRT M2P.

Le rapport qui suit met en avant les réussites scientifiques exemplaires du LEM3 et du LaBPS sur la période, résultats majeurs qui concernent aussi bien les avancées théoriques (rupture ductile dynamique, approches multi-échelles, etc.), numériques (méthodes asymptotiques numériques, simulation des procédés d'usinage, etc.) et expérimentales (manifestations macroscopiques du comportement collectif des défauts, caractérisation 3D des textures et microstructures, changements de phase sous sollicitations thermomécaniques et champs magnétiques, hyper-déformations, micro-usinage, tribologie du contact rapide, etc.). Ces réussites résultent d'une coopération scientifique des chercheurs sur plusieurs sites à Metz, Nancy et jusqu'à Saint-Dié des Vosges. Les coopérations entre le LEM3 et le LEMTA de Nancy sont bien établies et prometteuses, en particulier dans le domaine de la biomécanique expérimentale et numérique, avec les groupes de recherche du LEMTA qui rejoignent le LEM3 dans le projet.

Le fort ancrage régional Grand Est du laboratoire s'étend à la Grande Région (Lorraine, Allemagne, Luxembourg) grâce à de multiples interactions en matière d'enseignement, de recherche et de relations avec l'industrie. Le LEM3 est un ambassadeur majeur de la France vis-à-vis du voisin allemand. L'organisation sur la période de nombreux ateliers et conférences (nationales et internationales) participe fortement au rayonnement de la région et est un signe de la visibilité des équipes du LEM3.

Les relations avec le tissu industriel régional et national sont nombreuses sur l'ensemble du spectre des recherches en cours, avec les grandes entreprises nationales de transformation de la matière, de l'énergie et des transports, mais également avec quelques PME et start-ups. On mentionne ici le remarquable exemple de la création du Labcom LEMCI («Laboratoire d'Études et de Modélisation des Circuits Imprimés» entre le LEM3 et la PME Cimulec), initiative originale conduisant à ouvrir le champ de recherche des équipes concernées. Il faut également souligner l'excellente valorisation logicielle dans certaines équipes en métallurgie.

Le LEM3 participe massivement aux enseignements de nombreux masters de la région, de nombreux chercheurs pilotant des spécialités ou des parcours. C'est un vivier important pour alimenter les deux écoles doctorales EMMA et SMI auxquelles s'inscrivent les doctorants du LEM3, même si le recrutement est aujourd'hui international avec des relations privilégiées de certaines équipes avec la Chine. L'engagement des enseignants-chercheurs et du personnel technique et administratif fait que le doctorat au sein du LEM3 est une expérience forte et enrichissante de formation par la recherche conduisant à des carrières dans l'industrie et la recherche académique.

Ce constat ne va pas sans d'importantes disparités au sein et entre les 7 équipes de recherche du laboratoire. Il est ainsi recommandé de veiller à cibler les publications dans des revues de visibilité suffisante, notamment dans le domaine des procédés. De même l'encadrement des thèses n'est pas équitablement réparti entre les équipes et entre jeunes HDR. La capacité d'encadrement du laboratoire est compatible avec un accroissement du nombre de doctorants, dans le but de dynamiser certains thèmes de recherche et de favoriser l'attribution d'HDR aux jeunes chercheurs de la prochaine période. Le soutien du laboratoire est cependant nécessaire sur ce dernier point. Il faut également encourager les chercheurs, en particulier CNRS, à interagir plus encore avec l'enseignement et les partenaires industriels, notamment les partenaires historiques. La valorisation logicielle bien établie dans les équipes de métallurgie pourrait s'étendre aux codes de mécanique, nombreux et originaux dans le laboratoire.

L'aplanissement de ces disparités est sans nul doute un objectif à atteindre via l'ambitieux projet de fusion de nombreuses équipes dans la prochaine période. Il sera utile de réunir le conseil scientifique du laboratoire pour obtenir son avis et ses conseils sur le projet futur et sa gouvernance.

Le rayonnement international du laboratoire pourrait être accru grâce à une présence plus grande de ses chercheurs au sein de comités éditoriaux de revues internationales.

Le comité d'experts suggère qu'une priorité soit donnée au renouvellement des postes de chercheurs et techniciens, afin de pérenniser des thématiques phares du laboratoire qui rencontrent peu à peu leur public industriel et des succès en valorisation.

Enfin, il conviendrait de renforcer les échanges avec le voisin allemand pour rendre le pôle lorrain encore plus attractif pour les étudiants européens. La complexité croissante de l'organisation universitaire française ne facilite pas les échanges avec les partenaires allemands dont le système académique est caractérisé par une plus grande stabilité. De même, les relations industrielles avec l'Allemagne restent à développer, c'est une entreprise délicate, mais le futur laboratoire a d'incomparables atouts pour y parvenir.

Le projet, discuté dans la suite, est d'une grande ambition et s'appuie sur d'importantes synergies entre les équipes. Il représente une réelle chance pour le laboratoire qui va s'installer dans de nouveaux locaux. Pour que le projet du laboratoire soit un succès, le comité recommande toutefois de façon très appuyée qu'il soit accompagné d'un projet de pilotage et d'animation, fort et bien structuré, et à mettre très rapidement en place.