



**HAL**  
open science

## LEM3 - Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LEM3 - Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux. 2012, Université de Lorraine, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, École nationale d'ingénieurs de Metz - ENIM, Arts et métiers Paristech - Ecole nationale supérieure des arts et métiers. hceres-02030474

**HAL Id: hceres-02030474**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02030474v1>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire d'Etude des Microstructures et de  
Mécanique des Matériaux

LEM3

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Paul Verlaine - Metz (UPV-M)

Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

ParisTech Metz (ENSAM)

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz (ENIM)

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)





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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

---

Section des Unités  
de recherche

*Le Directeur*

**Pierre Glaudes**

---



## Unité

Nom de l'unité :	Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux
Acronyme de l'unité :	LEM3
Label demandé :	UMR
N° actuel :	7239
Nom du directeur (2009-2012) :	M. Laszlo TOTH
Nom du porteur de projet (2013-2017) :	M. Mikhail LEBEDKIN

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Ioan R. IONESCU, Villetaneuse
Experts :	M <sup>me</sup> Salima BOUVIER, Compiègne
	M. Marc FIVEL, Grenoble
	M <sup>me</sup> Elisabeth GAUTIER, Nancy
	M. Joseph GRIL, Montpellier (représentant du CoCNRS)
	M. Leo KESTENS, Ghent, Belgique
	M. Thierry LE MOGNE, Lyon (représentant ITA du CoCNRS)
	M. Luis MENEZES, Coimbra, Portugal
	M. Moussa NAIT ABDELAZIZ, Lille (représentant du CNU)
	M. Laurent TABOUROT, Annecy
	M <sup>me</sup> Sandrine THUILLIER, Lorient



# | Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Claude GELIN

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

M. Philippe BURG, Université Paul Verlaine

M. Pierre CHEVRIER, ENI Metz

M. Jean CHRETIEN, Centre Arts et Métiers ParisTech de Metz

M<sup>me</sup> Marie-Christine LAFARIE-FRENOT, INSIS CNRS



# Rapport

## 1 • Introduction

### Date et déroulement de la visite :

La visite du comité a eu lieu les 28 et 29 novembre 2011, sur le site de l'île de Saulcy pour le premier jour et sur le site du Technopôle pour le deuxième jour.

La matinée du 28 novembre a été consacrée à des entretiens à huis clos avec les organismes de tutelle (UPVM, Arts et Métiers Paris Tech et ENIM). Le représentant de l'UPVM a présenté le positionnement de l'unité dans son environnement local et régional. Pour le CNRS, un avis très favorable a été émis sur la fusion des deux unités (LPMM et LETAM) lors de l'évaluation à mi-parcours (juin 2010). La nouvelle unité (LEM3) a obtenu le statut d'UMR avec un rattachement principal INSIS et secondaire UMC complété par les trois tutelles locales. Le directeur du centre Arts et Métiers ParisTech a souligné les efforts déployés par l'unité pour mener à bien le projet de fusion du LPMM et du LETAM. Une dynamique a été mise place pour poursuivre la structuration de l'unité dans le cadre du prochain contrat quinquennal en intégrant les projets d'évolution à l'échelle locale et régionale (Université de Lorraine, rapprochement avec ENIM, PRES, IRT...).

La visite s'est poursuivie par la présentation du bilan scientifique de l'unité par le directeur en assemblée générale. Un exposé de synthèse, clair et bien structuré regroupant les principaux éléments (effectifs, gouvernance, équipes de recherche, production scientifique, thématiques d'excellence, environnement recherche...) a été fait. Le projet pour le prochain quinquennal a été présenté par la future direction de l'unité.

L'après-midi du 28 novembre, le comité s'est scindé en 2 groupes pour l'évaluation des équipes de recherche (TMP, CeDyn, 3TAM et APLI). Des visites des moyens expérimentaux sur le site de l'île de Saulcy ont suivi les exposés des équipes. Ces visites ont permis la découverte d'installations expérimentales très performantes et ont donné lieu à des échanges fructueux entre le comité et l'ensemble des chercheurs autour des posters. Le comité s'est par la suite entretenu avec les membres des différents collèges de l'unité et avec le conseil scientifique pour évoquer plusieurs aspects de la vie de l'unité.

Durant la matinée du 29 novembre, le comité a évalué les équipes (SMART, MeNu, SIP), puis a effectué la visite des moyens expérimentaux sur le site Technopôle.

Les documents remis, ainsi que les présentations attestent d'une grande qualité. Le comité de visite tient à faire état de l'excellente organisation de ces journées, tant sur le plan de la tenue du planning, que sur celui de la qualité et de la cohérence de présentation des exposés oraux, ainsi qu'en ce qui concerne la disponibilité des membres présents lors de la visite sur site.

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

La recherche en mécanique des matériaux et procédés sur le bassin de Metz, a subi une forte restructuration depuis 2007. Deux UMR (LPMM et LETAM), réparties sur deux sites - le Campus UPVM de l'île de Saulcy (centre ville de Metz) et le site d'Arts et Métiers Paristech (Metz Technopôle), qui travaillaient sur des thématiques distinctes mais complémentaires, ont été évaluées par l'AERES au printemps 2008. Elles ont été classées A et il leur a été recommandé de travailler à une structuration plus visible et efficace de la recherche en mécanique des matériaux sur le site de Metz. Sur la base de cette évaluation et des avis des deux sections du comité national dont dépendaient les deux laboratoires (S.15 et S.9), le CNRS a demandé fin 2008 au LPMM et au LETAM de s'engager dans un processus de fusion. Sous la direction de E.M. Daya (LPMM) et A. Hazotte (LETAM), les deux laboratoires ont engagé le processus de fusion dès janvier 2009. Les objectifs affichés de la fusion (cohérence scientifique, logique de site, visibilité des tutelles, etc) ont été pris en compte pour proposer un fonctionnement avec six nouvelles équipes de recherche. Cette structuration scientifique ainsi que des principes généraux de gouvernance ont été présentés aux deux Instituts du CNRS en novembre 2009. Le projet de fusion, nommé LEM3 et porté par L. Toth, a été présenté les 1er et 2 juin 2010 à un comité CNRS (CoNRS) qui a émis un avis très favorable. Le LEM3 fonctionne administrativement depuis janvier 2011 avec comme tutelles l'Université de Lorraine, Arts et Métiers Paristech Metz, l'ENIM Metz, et l'INSIS comme institut de rattachement principal, avec l'INC comme institut secondaire.



Les activités de recherche du LEM3 concernent différents aspects de la mécanique des solides, de l'échelle de la microstructure du matériau jusqu'à celle du calcul des structures et de la modélisation des procédés de fabrication mais aussi l'analyse et le contrôle des textures, des contraintes internes et des microstructures des agrégats polycristallins métalliques.

#### Equipe de Direction :

La direction est composée du directeur (M. L. TOTH), du directeur adjoint (M. A. HAZOTTE) et d'un comité de direction. Ce dernier est constitué du directeur, de son adjoint, de 6 représentants des 6 équipes de recherche et d'un représentant des personnels techniques et administratifs. Il se réunit régulièrement (chaque quinzaine) pour examiner les affaires courantes du laboratoire, et proposer des orientations au directeur.

#### Effectifs de l'unité :

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	51	51	47
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	6	6	6
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	5	4	5
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	23	23	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	3		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	17		
<b>N7</b> : Doctorants	63		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	64		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	10		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	32	32	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>168</b>	<b>84</b>	<b>59</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité :

Le LEM3 est un laboratoire d'expertise en caractérisation expérimentale multi-échelles, en étude des évolutions structurales des matériaux polycristallins et en modélisation numérique des matériaux et des structures. Ses chercheurs appartiennent aux 2 communautés (mécanique - matériaux). Cette mixité des compétences offre de nombreuses possibilités d'interactions originales. Le laboratoire, structuré en 6 équipes dans son bilan et 7 équipes dans son projet, montre une forte volonté d'intégration des différentes thématiques « de l'atome à la tôle » en s'appuyant sur des approches théoriques, numériques et expérimentales. Ces différentes approches sont menées de front et s'enrichissent mutuellement. La fusion des 2 unités LPMM et LETAM a conduit à une restructuration des activités de recherche privilégiant les interactions entre les différents champs d'expertises. Le bilan présenté montre que le LEM3 a su profiter de la diversité de ses compétences pour maintenir et développer ses domaines d'excellence (mécanismes d'évolution de texture et microstructure, maîtrise des outils théoriques et numériques de transition d'échelle, comportement mécanique en grandes vitesses et déformations, instabilité de déformation et comportement dynamique, approche originale de la mécanique des géo-matériaux...). Le projet scientifique est de qualité avec des perspectives de recherche originales et des objectifs ambitieux.

La production scientifique, aussi bien qualitativement que quantitativement, est très bonne, plaçant le laboratoire parmi les meilleures équipes de recherche à l'échelle nationale, voire internationale. 10 HDR ont été soutenues sur la période 2007-2012, ce qui permet d'atteindre un potentiel d'encadrement de 32 HDR pour 64 enseignants-chercheurs. Le nombre de thèses soutenues durant le contrat précédent dépasse la soixantaine.

Au niveau local, les membres de l'unité sont impliqués dans les différentes filières de formation des établissements messins. Le positionnement régional de l'unité est très bon. Le LEM3 est impliqué dans le pôle scientifique M4 (Matériaux-Matière-Métallurgie-Mécanique), le pôle de compétitivité Materialia et fait partie de l'IRT M2P (Matériaux, Métallurgie, Procédés). Au niveau national, l'unité est membre de l'Institut Carnot- Arts et développe un partenariat industriel important, tout en conservant la maîtrise de sa politique scientifique. Deux projets européens (CASSEM Strep et KMN réseau d'excellence) et des relations scientifiques avec 60 laboratoires dans le monde, sont autant d'indicateurs du rayonnement international du laboratoire.

D'une manière générale, le comité a beaucoup apprécié le niveau scientifique de l'unité, l'originalité de ses thèmes de recherche et pense qu'il est en bonne voie vers l'excellence.

### Points forts et opportunités :

La présence de compétences complémentaires et indissociables en expérimentation, modélisation, simulation numérique est un des atouts majeurs de l'unité, lui permettant de développer des approches originales, allant du nano au macro en mixant à la fois des aspects très fondamentaux et très applicatifs.

Une très bonne visibilité nationale et internationale accompagne une production scientifique de haut niveau. La qualité du parc expérimental, son amélioration continue (acquisition de nouveaux équipements, développement de nouvelles techniques expérimentales d'analyse...) et ses ressources en personnel technique permettent au LEM3 de figurer parmi les laboratoires incontournables en mécanique des matériaux.

Le soutien fort des collectivités territoriales complète les ressources financières issues des projets ANR et donnent au laboratoire la liberté de développer des recherches à caractère plus fondamental.

Les doctorants bénéficient de bonnes conditions de travail et participent activement à la vie du laboratoire.

### Points à améliorer et risques :

Les différentes équipes ont des tailles globalement similaires, à l'exception de SIP et de CEDyn où les effectifs restent limités avec un risque d'affaiblissement de leur développement scientifique.

Les orientations du laboratoire sont examinées au sein du conseil scientifique, composé exclusivement de chercheurs de l'unité. Une ouverture à des chercheurs externes (éventuellement étrangers) est toutefois fortement recommandée pour donner des points de vue critiques et une vision externe sur la stratégie scientifique de l'unité.

L'analyse des évolutions des ressources humaines de l'unité pour le quinquennal 2007-2011, montre un manque d'attractivité pour des recrutements extérieurs des enseignants-chercheurs, ce qui peut être préjudiciable pour le renouvellement des thématiques scientifiques.





### Recommandations :

Un travail important de réorganisation de la recherche au sein de l'unité a été réalisé ces dernières années dans le cadre de la fusion. Ce travail a déjà apporté ses fruits, mais il doit être poursuivi afin d'affirmer encore plus les axes scientifiques forts mis en avant par l'unité. Le comité encourage le laboratoire dans sa politique dynamique de structuration, avec un effort particulier à développer pour trouver une solution relative aux 2 équipes de petites tailles.

Concernant les axes transversaux, un spectre large de projets a été proposé. Le comité suggère de poursuivre la réflexion pour faire émerger des thématiques transversales moins nombreuses, mais plus fortes, en se distinguant des recherches développées au sein des différentes équipes.

On ne peut que recommander au LEM3 d'améliorer sa politique en terme d'attractivité de chercheurs provenant d'autres universités françaises et étrangères, et en terme de participation aux réseaux de recherche internationaux, en s'appuyant notamment sur les collaborations existantes (nationale et internationale).



### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La totalité de la production scientifique du LEM3 approche 1000 articles sur la période de 4 ans. La partie ACL (Article avec Comité de Lecture) s'élève à 385 (les publications cosignées entre les laboratoires ne sont comptées qu'une fois) ce qui donne une moyenne de  $385/4/63 = 1,53$  par an et par chercheur. Les 385 articles ACL ont été publiés dans 143 journaux, qui en moyenne ont un facteur d'impact assez élevé. La répartition des publications entre les deux compétences du laboratoire est équilibrée (Sciences des Matériaux : 200 articles publiés et Mécanique : 185 articles publiés). Le nombre de citations totales obtenues (1635, soit 4,22 citations par article) et le facteur H de 17 témoignent d'un important impact de la production scientifique du laboratoire sur le plan international. Le nombre faible de non producteurs (4, soit moins de 8% des chercheurs) indique une contribution plutôt homogène des efforts des chercheurs à la production du laboratoire. Le nombre des thèses soutenues (46) par rapport au nombre (32) des HDR est tout à fait satisfaisant soit 1,44 thèses pour 1 HDR) pour une période de 4 ans et demi.

D'une manière globale, on peut considérer que la production scientifique du LEM3 est très bonne, plaçant le laboratoire parmi les meilleures équipes de recherche à l'échelle nationale, voire internationale.

#### Appréciation sur l'intégration de l'unité dans son environnement :

Au niveau local, le LEM3 est une des composantes de la Fédération GI2M (Génie Industriel, Mécanique, Matériaux) et du pôle (PM)2 (Pôle Procédé, Mécanique, Matériaux). Le LEM3 est aussi un acteur au sein du CPER, dans trois actions (Procédés d'usinage, Mise en forme, et Matériaux intelligents) et il développe des relations avec l'UMI CNRS 2958/GeorgiaTech-Lorraine.

Au niveau régional, dans la construction de l'Université de Lorraine (UL) le LEM3 est une composante du pôle scientifique Matériaux-Matière-Métallurgie-Mécanique (M4) de l'UL et est membre du pôle de compétitivité Matériaux de la région. Le LEM3 est aussi présent dans l'IRT M2P (Matériaux, Métallurgie, Procédés) récemment accordé. La création d'un Laboratoire d'Excellence (Labex) commun entre le LEM3 et l'Institut Jean Lamour a été proposée dans le cadre des Investissements d'Avenir.

Au niveau national, l'unité est membre de l'Institut Carnot- Arts, récemment renouvelé pour une période de 5 ans (2011-2014). Au niveau international, le laboratoire entretient des relations scientifiques avec 60 laboratoires du monde. Deux projets européens (CASSEM Strep et KMN réseau d'excellence), 11 Projets ANR et 26 contrats industriels (ArcelorMittal, CEA, DGA, CETIM, Thalès, CEA, EADS, Schlumberger...) témoignent d'une forte implication du laboratoire dans l'effort de recherche au niveau national et international.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'unité de recherche :

Les collaborations à l'échelle du site local, nationale et internationale sont nombreuses et de qualité. Au niveau local, la fédération GI2M et l'UMI Georgia Tech ont permis l'émergence de programmes de recherche transversaux conduisant à des co-tutelles de thèses. A l'échelle nationale, les collaborations ont été consolidées par des programmes de recherche ANR et FNRAE. Plusieurs actions sont menées pour développer les collaborations internationales, grâce à la participation à des programmes internationaux, l'accueil de chercheurs étrangers et les séjours des chercheurs de l'unité dans les laboratoires étrangers. Des données quantitatives synthétiques (nombre de chercheurs invités, durée des séjours, nombre de thèses en co-tutelle...) auraient permis d'avoir une vue plus précise de la politique de l'unité en matière de relations internationales. Toutefois, il est à noter que 50% des publications de l'unité sont co-signées par des chercheurs en poste à l'étranger (dont 25% en Asie et 15% en Europe), attestant de l'existence de collaborations suivies avec les laboratoires étrangers.

Le nombre de conférences invitées est élevé dont une large part internationale (90%), témoignant ainsi de la notoriété de certains chercheurs de l'unité. De même, un membre de l'unité a été sollicité pour un article de synthèse dans le journal « Progress in Material Science ».

Le laboratoire a particulièrement su profiter des créations des appels à projet ANR. Le dynamisme de ses membres a aussi permis sa participation à 2 projets européens.

Le recrutement effectué lors du dernier quadriennal est important : 5 PU, 4 MCF, 1 PRAG, 1 chargé de recherche CNRS, 5 ingénieurs de recherche, 3 ingénieurs d'étude, 1 Technicien. Sur l'ensemble des postes de professeurs ouverts, le recrutement correspond exclusivement à des promotions internes. De même, sur les 4 MCF qui ont rejoint l'unité, deux sont issus du LEM3. Pour le poste de Chargé de Recherche CNRS, le candidat a effectué son doctorat dans l'unité. On ne peut que recommander au LEM3 de revoir sa politique en terme d'attractivité de



chercheurs provenant d'autres universités françaises ou étrangères, en s'appuyant notamment sur les collaborations nationales et internationales existantes de longue date.

### Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité :

L'équipe de direction a fortement contribué à la réussite du projet de fusion des deux laboratoires. Elle a permis de faire évoluer de manière structurée et globalement cohérente la recherche au sein de l'unité. L'organisation proposée pour le prochain quinquennal contribue à créer une atmosphère plus sereine au sein de l'unité pour dépasser les tensions anciennes qui ont conduit le laboratoire LPMM à un passage en FRE.

La direction a su piloter un changement important suite à la fusion du LPMM et du LETAM, créant une réelle interaction entre les chercheurs et non pas la simple juxtaposition des axes de recherche propres aux unités antérieures. Ce résultat est le fruit des deux groupes de travail (impliquant des représentants de tutelles) « Structuration scientifique » et « Gouvernance » mis en place lors du projet de fusion. Une dynamique constructive a été mise en place et il est souhaitable de la pérenniser dans le prochain quinquennal. Le conseil scientifique de l'unité est composé exclusivement de chercheurs de l'unité. Une ouverture à des chercheurs extérieurs (éventuellement étrangers) est toutefois fortement recommandée.

Les rôles respectifs du conseil de laboratoire et du conseil scientifique ne sont pas très clairs et pourraient être mieux définis. Il y a un risque à ne laisser au conseil de laboratoire qu'un rôle de validation des décisions déjà prises. La composante administrative est composée de 5 personnes qui sont réparties sur les différents sites. Une harmonisation des méthodes de travail entre ces sites (et les équipes) devrait être envisagée pour former une vraie équipe administrative du laboratoire.

Le budget du LPMM a été en augmentation continue sur la période 2007-2010, passant de 1,5 M€ en 2007 à 1,7 M€ en 2010. Cette croissance est alimentée par les projets ANR (28% du budget), par le soutien des collectivités territoriales grâce au CPER MEPP (Matériaux, Energies, Procédés, Produits) (38% du budget). Les ressources issues de financements industriels (20% du budget) sont restées pratiquement constantes. Plus de 50% des crédits ont été utilisés pour l'acquisition d'équipements conduisant à un parc expérimental performant et de très grande qualité.

Le budget du LETAM sur la période 2007-2010 avoisinait les 400 M€ avec une politique similaire au LPMM, où la priorité (30% du budget) était donnée aux investissements expérimentaux d'envergure (e.g. projet d'acquisition d'un Microscope Dual-Beam en 2011). On doit noter que 30% du budget provient de contrats de recherche nationaux (25%) et internationaux (5%).

Les chercheurs de l'unité sont impliqués dans différentes formations de l'UPVM, des Arts & Métiers et l'Université Henri Poincaré aux niveaux master, formation d'ingénieurs, licence, DUT.... La formation par la recherche est fructueuse, on note 64 thèses soutenues et 40 thèses en cours.

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

La création du LEM3 est relativement récente avec un contexte d'évolution continue et rapide de son environnement local (messin et régional), autant d'éléments à prendre en considération dans l'examen du projet à 5 ans. Ce projet s'appuie sur une restructuration encore très récente. Il est prévu un réajustement de la structuration scientifique en 7 équipes au lieu de 6 : il s'agit principalement de la redistribution de l'équipe M2CE en deux nouvelles équipes (CEDyn et SIP). La taille des différentes équipes en termes de ressources humaines est globalement homogène, mis à part ces deux dernières, où les effectifs sont faibles avec un déséquilibre notable entre les différents corps (PU, MCF, IE, IR, TECH). L'équipe CeDyn, dont les activités de recherche sont originales, reconnues et drainent des collaborations fructueuses, qu'elles soient de nature académiques ou industrielles, est plus viable à moyen terme. L'équipe SIP développe des activités autour des procédés d'usinage et du FSW, en grande partie avec des partenaires industriels. Pour SIP, la restructuration de M2CE est plus préjudiciable, puisque sur les aspects fondamentaux, les compétences et les moyens se trouvent au sein de l'équipe CeDyn.

L'analyse détaillée des projets scientifiques des différentes équipes pour le prochain quinquennal est présentée dans la rubrique « Analyse détaillée équipe par équipe ».

Les chercheurs du LEM3 appartiennent aux 2 communautés Mécanique - Matériaux. Cette mixité des compétences offre de nombreuses possibilités d'interactions originales entre les deux communautés. La stratégie scientifique est de renforcer ces interactions principalement autour de 4 axes transversaux, 'NM4' : Mécanique des matériaux à toutes échelles, mesures locales et simulations nano-meso-micro-macro, 'TransForm' : Procédés pour la mise en forme et la transformation de la matière, '3D' : Observation et modélisation de la microstructure en 3D et enfin 'GéoGénie' : Géo-matériaux et structures du Génie civil. Toutefois, il semble judicieux de réduire le nombre



d'actions proposées pour faire émerger des thématiques transversales plus fortes et qui se distinguent des actions de recherche développées au sein des différentes équipes.

Le projet scientifique est de qualité avec des perspectives de recherches originales (par exemple, High pressure tube twisting, Dynamique en haute température...) et qui semblent tout à fait réalisables si l'effort de structuration est poursuivi et la dynamique résultant de la fusion est maintenue. La part du budget (plus de 40%) allouée à la maintenance et au renouvellement continu des équipements expérimentaux indique la pertinence de la politique de l'unité en termes d'affectation des moyens, en cohérence avec son projet scientifique. Les orientations scientifiques de l'unité sont examinées au conseil scientifique composé du conseil de laboratoire étendu à tous les Habilités à Diriger des Recherches. Un effort d'implication de chercheurs extérieurs au LEM3 pourrait contribuer à donner des points de vue plus critiques et une vision externe sur les choix scientifiques de l'unité.

#### Appréciation sur l'implication de l'unité dans la formation :

Les enseignants du LEM3 interviennent dans différentes filières d'enseignement des établissements de tutelle. A l'UPVM, l'essentiel des enseignements est donné d'une part en IUT ('Génie Mécanique', 'Mesures Physiques' et 'Sciences et Génie des Matériaux'), d'autre part à l'UFR MIM « Mathématiques, Informatique et Mécanique », dans les filières du Département « Technologie Mécanique » avec la Licence et le Master « Sciences pour l'Ingénieur » (spécialités 'Génie Civil', 'Génie Mécanique' et 'Mécanique et Matériaux'). Le LEM3 est fortement impliqué dans le Master Recherche « Mécanique, Matériaux, Structures et Procédé », commun à l'UPVM, à l'ENIM et à A&M.

Sur la période 2007-2010, 49 doctorats ont été soutenus et 50 stages de Master de Recherche ont été effectués. Tous les doctorants ont été financés au cours de leur thèse. Les financements de thèses sont issus de contrats doctoraux, CIFRE, BDI ou de pays étrangers. On peut noter des thèses en cotutelle avec des partenaires étrangers (Chine, Allemagne, Luxembourg, Algérie, Maroc, Canada, Pologne,...). L'enquête sur le devenir des docteurs formés au LEM3 montre une très bonne insertion des docteurs sortis entre 2007 et 2010 (CDI dans l'Enseignement supérieur, dans le privé ou dans l'administration, post-doctorants, ATER etc). Un doctorant est actuellement en recherche d'emploi et un autre a opté pour un poste en enseignement secondaire.

Les doctorants participent activement à la vie du laboratoire et ils bénéficient d'excellentes conditions de travail, témoignant de leur intégration dans les équipes de recherche.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Equipe Mécanique Numérique (MeNu)

**Nom du responsable :** M. Michel POTIER-FERRY

**Effectifs**

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	10	10	9
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	1	0	0
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	1	1
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	2	2	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	---		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4		
<b>N7</b> : Doctorants	18		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	16		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	3		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	8	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>36</b>	<b>13</b>	<b>10</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

### • Appréciations détaillées

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

Cette équipe est de taille moyenne : 14 permanents dont 9 HDR. 18 étudiants en thèse et 16 thèses soutenues. Son activité est divisée en cinq axes de recherche : méthodes numériques pour les problèmes non-linéaires, amortissement et contrôle des vibrations, lois de comportement et mise en forme des tôles minces, flambage et procédés de fabrication des tôles minces et modélisation multi-échelles et instabilités dans les géomatériaux. Ces cinq axes sont consolidés en projets transversaux communs à toute l'équipe : étude de problèmes non-linéaires, instabilités et transitions d'échelle. Malgré le large éventail thématique, l'équipe s'avère très active dans tous les sujets traités, révélant une grande maturité scientifique. L'expérience et la stabilité des membres les plus reconnus est un atout pour le groupe. La complémentarité scientifique avec les autres équipes du laboratoire est évidente dans les diverses activités développées. La restructuration qui a eu lieu pendant la période d'évaluation a mis en place un



important volet expérimental dans l'équipe, qui n'étant pas excessif, ne dénature pas le caractère essentiellement numérique des activités du groupe. Le développement de logiciels originaux apporte une grande valeur pour un groupe de recherche sur les méthodes numériques. On note pourtant, que la maintenance des logiciels développés dépend fortement des membres non-permanents (doctorants), ce qui peut mettre en péril le développement cohérent et structuré des différents outils numériques. Les 91 articles (ACL) produits dans la période sont bien répartis entre les cinq axes de recherche. Il faut souligner qu'un nombre considérable d'articles a été publié dans des revues d'excellente qualité, ce qui dénote la grande qualité et l'impact appréciable des résultats de ce groupe de recherche. La production scientifique (considérant seulement les ACL) correspond à un taux de publication de plus de 1,6 articles par an et par permanent, ce qui est un très bon niveau. Il faut néanmoins souligner la présence d'un non-publiant dans les membres permanents du groupe.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

Le groupe dispose d'un nombre important de contrats industriels, dont certains résultent de collaborations industrielles de longue date. Ceci démontre une grande aptitude pour le transfert de connaissances, qui valorise les recherches développées, et dénote une relative facilité à obtenir des financements industriels. Ce lien très fort avec l'industrie semble préférer la participation aux projets associés aux pôles de compétitivité. Cependant, les collaborations inter-universitaires, nationales et étrangères, bien que mentionnées dans le rapport et les présentations pendant la visite, ne sont pas traduites par un nombre significatif de contrats de recherche importants (seulement 3 contrats ANR et un contrat européen).

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

La capacité à recruter des doctorants est élevée. Le nombre d'étrangers en thèse est significatif. Certaines de ces thèses, durent cependant trop longtemps, sans que cela soit justifié ou qu'il y ait une contrepartie scientifique attestée, par exemple, par un taux de publications important. Le recrutement des post-doctorants est pratiquement inexistant, à la fois au niveau national et international. Les coopérations avec des laboratoires étrangers sont significatives, bien qu'il ne soit pas fait référence à des supports sur des programmes de financements internationaux, en coopération bilatérale par exemple. Les financements d'origine internationale de l'équipe sont assez faibles (seulement un contrat européen). Il faut souligner le prix de thèse CSMA 2010 (thèses soutenues en 2009) attribué à un des thésards du groupe.

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

Le projet scientifique présenté pour les prochaines cinq années est réalisable, pertinent et bien dimensionné par rapport à la taille du groupe de recherche. Les activités prévues sont bien encadrées, ainsi que la participation aux thématiques transversales prioritaires du laboratoire. Il en résulte donc que la stratégie d'interaction entre les différents groupes du Laboratoire, en profitant des synergies induites par la complémentarité de compétences, est bien mise en évidence dans le projet 2013-2018. Les différentes activités prévues sont supportées par des contrats de recherche ANR ou menées dans le cadre de collaborations internationales ou mêmes de contrats industriels. La modélisation mécanique et l'implémentation numérique sont une constante dans le projet, bien que l'on retrouve une forte activité expérimentale, principalement pour les géo-matériaux et la mise en forme des matériaux. Cet engagement croissant du côté expérimental implique des risques, du fait que l'équipe est traditionnellement théorique et numérique, mais permet en même temps de développer les interactions calculs-expériences, pertinentes pour les validations des modèles mécaniques. L'affectation des moyens, humains et financiers, n'est pas claire dans le projet pour 2013-2018 : la stabilité des membres permanents est prévue pour cette période. Pourtant il n'y a pas de prévision du nombre de thèses de doctorat à lancer, ou encore de stratégie définie par rapport au recrutement de chercheurs (doctorants ou post-doc). Sur l'affectation des moyens financiers, il n'y a pas de description des besoins au niveau des équipements pour la réalisation de la partie expérimentale ou même au niveau des moyens de simulation numérique (soit software commercial soit hardware) pourtant pertinents pour un groupe typé « computational mechanics ».



## Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe est thématiquement diversifiée, très active, avec une grande stabilité et une grande maturité scientifique. Elle est très bien positionnée au sein des activités globales du laboratoire. La production scientifique est solide, excellente au niveau national, et avec une très bonne visibilité internationale. Par ailleurs, l'activité de transfert de méthodologies est appréciable, et contraste cependant, avec la participation réduite en termes de recherches internationales. La production scientifique moins significative de certains membres de l'équipe est compensée par une plus forte activité des autres. Le projet pour les prochaines années est très bon, mais manquant d'une définition claire de la stratégie ou niveau recrutement et affectation des moyens.

- *Points forts et opportunités :*

L'expérience et la stabilité des membres permanents est un des points forts de cette équipe, avec une remarquable complémentarité de compétences, un important financement industriel, et une capacité à développer des logiciels de simulation numérique performants et novateurs ainsi qu'une capacité à recruter des doctorants.

- *Points à améliorer et risques :*

La diversité de thématiques traitées par l'équipe peut conduire à une certaine dispersion des compétences et à l'isolement de certains chercheurs ; en outre, on note une faible capacité à recruter des post-doctorants et une faible participation à des projets internationaux. Enfin, la production de logiciels est non contrôlée par une équipe de permanents, cela peut conduire à des risques de maintien du savoir-faire.

- *Recommandations :*

Le comité encourage la participation croissante à des réseaux de recherche internationaux, favorisant une implication plus active dans les appels à projets des contrats européens ; il recommande de définir plus efficacement la stratégie de développement de l'équipe, notamment en encadrant tous les membres permanents afin d'homogénéiser la production scientifique (en améliorant l'activité de recherche d'éléments moins actifs) et afin d'éviter le risque d'isolement thématique de certains membres.



**Équipe 2 :** Auto-organisation de la plasticité et longueurs internes (APLI)

**Nom du responsable :** M. Claude FRESSENGEAS

**Effectifs**

<b>Effectifs</b>	<b>Nombre au 30/06/2011</b>	<b>Nombre au 01/01/2013</b>	<b>2013-2017 Nombre de produisants du projet **</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	6	5	
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	4	4	
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs		1	
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	1	3	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2		
<b>N7</b> : Doctorants	7		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	1		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	1		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	5	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

## • Appréciations détaillées

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

L'équipe Auto-organisation de la Plasticité et Longueur Interne résulte de l'union d'une partie de l'équipe rhéologie et microstructure du LPMM et de la thématique plasticité des matériaux hexagonaux du LETAM. Elle est composée de 2PU, 1DR, 3CR, 4 MCF et 1 IR. Son activité est centrée sur l'étude et la compréhension des mécanismes à l'origine de la plasticité des matériaux métalliques et de leurs effets sur les propriétés mécaniques macroscopiques des matériaux. Cette activité se décline en 5 sous-thèmes principaux : auto-organisation spatio-temporelle de la plasticité, effets de taille et conditions d'interface, approche micromécanique des matériaux hétérogènes et prise en compte des longueurs internes de la microstructure, taille de grain, influence de la texture, du durcissement et de la ductilité sur le maillage dans les matériaux hexagonaux (Zr, Ti), structures de dislocations, écrouissage directionnel, trajets de chargements complexes. C'est l'équipe la mieux dotée en personnel CNRS (1DR, 3CR, 1IR) et bien reconnue actuellement comme le montre le recrutement récent des 2 derniers CR. Hormis une personne en reconversion thématique, l'équipe présente un taux de production scientifique satisfaisant (32 articles dans des revues de rang A)





mais qui devrait rapidement gagner en ampleur du fait du recrutement récent des personnels CNRS. Seul un maître de conférence est actuellement non-publiant.

7 thèses et 1 HDR ont été soutenues sur la période 2007-2011, 5 sont en cours avec des encadrements qui semblent se concentrer essentiellement sur 3 chercheurs seniors. Il serait souhaitable qu'à court terme les juniors du groupe soient plus impliqués dans les encadrement de thèses.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

Dans son bilan, APLI fait état d'un large spectre d'actions transversales au sein du LEM3 et notamment avec les équipes (SMART, 3TAM, TMP, CeDyn) où des thèses co-encadrées par des chercheurs appartenant à APLI et aux autres équipes ont été soutenues. L'équipe collabore avec de nombreux partenaires académiques et quelques industriels. Localement, des contacts ont été noués avec l'Institut Jean-Lamour et Arcelormittal tandis qu'au niveau national, les collaborations impliquent plus de cinq organismes partenaires. Les chercheurs de l'équipe ont été impliqués dans 3 ANR durant la période 2007-2011 et 2 nouvelles ANR « jeunes chercheurs » vont débiter pour le nouveau quinquennal ; 2 projets bi-latéraux avec des pays européens ont contribué au financement partiel de 2 thèses. APLI développe une recherche amont à caractère fondamental d'excellente qualité. Les ressources financières provenant de l'industrie représentent, de ce fait, une faible part de son budget.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

La présence de chercheurs éminents et reconnus au sein de l'équipe lui assure une connexion internationale bien établie (Australie, Inde, Russie, USA, République Tchèque) et des relations suivies avec des équipes de ces pays. Les chercheurs de l'équipe ont été invités à 16 conférences internationales. Une part significative des thèses se fait en co-tutelle avec des pays étrangers.

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

Le projet proposé est très ambitieux et comporte 6 thèmes avec de nombreuses implications dans les projets transversaux du laboratoire (transform, 3D, NM4, Géogénie). Il s'inscrit dans la logique des activités du groupe qui visent à relier les propriétés mécaniques des matériaux à l'organisation collective des défauts. Ainsi l'équipe propose de mettre en évidence de telles relations physiques sur des problématiques judicieusement sélectionnées. Elle se positionne clairement dans une démarche de modélisation multi échelles chère aux thèmes portés par le LEM3 qui revendique des modélisations allant 'de l'atome à la tôle'.

Aujourd'hui la thématique de transitions d'échelles dans la modélisation des matériaux est largement développée dans de nombreux laboratoires, mais APLI trouve son originalité dans le nombre d'outils numériques développés en interne : allant du modèle continu de dislocations à l'homogénéisation à variables internes. L'activité expérimentale n'est pas pour autant négligée puisque le projet propose de caractériser l'auto-organisation de la plasticité cristalline grâce à des outils d'analyse statistique originaux.

Le projet implique un nombre important de partenaires universitaires français et étrangers avec des collaborations qui sont pour la plupart déjà bien engagées ou qui s'inscrivent dans la continuité de projets en cours.

Signalons que pour mener à bien ce projet à 5 ans, il faudra être attentif à éviter l'écueil de la pyramide des âges avec 3 chercheurs seniors qui concentrent aujourd'hui la plupart des encadrements, relations internationales et contrats. Il est important que les jeunes recrutés prennent rapidement la relève pour assurer la succession et pérenniser le rayonnement international du groupe.

#### Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe maîtrise une activité scientifique de pointe et bénéficie en conséquence d'une bonne reconnaissance tant nationale qu'internationale.



- ***Points forts et opportunités :***

Les thématiques sont intéressantes au niveau académique. On note une forte présence de chercheurs CNRS qui renforce l'équipe en potentiel recherche, et de nombreuses collaborations internationales.

- ***Points à améliorer et risques :***

Le spectre des thématiques de recherche est trop large au regard des ressources humaines de l'équipe : la question d'un recentrage thématique est sans aucun doute opportune.

Le taux d'encadrement de thèses par les "jeunes" chercheurs mérite d'être accru. Il convient de prévoir le renouvellement de l'animation (pas d'enseignant-chercheur HDR susceptible d'assurer la continuité, hormis 1 CR).

- ***Recommandations :***

Un support de PU (idéalement attaché à l'ENSAM) pourrait aider à pérenniser les actions en cours.



**Équipe 3:** Transformation, Texture, Topologie et Anisotropie des Matériaux (3TAM)

**Nom du responsable :** M. Alain HAZOTTE

**Effectifs**

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	6 (3PU&3MCF)	7	7 (3PU&4MCF)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	1	1	1
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	0	0
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	3	3	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	1		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1		
<b>N7</b> : Doctorants	11,5		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	11		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	3		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	4	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>24,5</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Les activités du groupe 3TAM ont pour objectif principal de comprendre la genèse et l'évolution des textures cristallographiques ainsi que la topologie des microstructures des matériaux polycristallins multiphasés. Les travaux sont développés suivant quatre axes : transformations de phases sous sollicitations thermo-mécaniques, transformations de phases sous champs électro-magnétiques, approches expérimentales et numériques innovantes, et structures et textures des matériaux fonctionnels.

Ce groupe de recherche, principalement issu du LETAM, a une position de leader international dans le domaine de la caractérisation des textures/orientations cristallographiques par DRX, EBSD et MET. Il faut souligner l'accent mis sur l'amélioration continue des techniques utilisées et la transmission des acquis aux jeunes générations. Cette position de leader est confortée par les développements d'outils originaux et pertinents comme celui de reconstruction des orientations cristallines des grains parents (titane et maintenant acier) à partir de caractérisations



EBSD ou encore de méthodes automatisées à l'échelle du MET conduisant également aux microdéformations. Cette maîtrise des techniques de caractérisation conduit l'équipe à les utiliser pour l'étude des changements de phases (textures de transformation, sélection de variant), des mécanismes de déformation (maclage ou transformation de phase induite par la contrainte (un article publié en 2009 et cité 52 fois)), ou l'étude des relations micro-textures/propriétés (matériaux métalliques de structure, ou matériaux fonctionnels). Son application à l'étude des transformations sous champs électromagnétiques menée principalement en collaboration avec la NorthEastern University (NEU) de Shenyang conduit à une production scientifique riche (8 Thèses en cotutelle sur ce thème) avec notamment l'étude de la transformation martensitique des alliages Ni-Mn-Ga et celle de la solidification sous champ.

La production scientifique est d'un très bon niveau international avec 78 ACL (plusieurs Acta Materialia, Int. Journal of Plasticity et des publications avec un fort taux de citation), 44 Communications avec actes dans des congrès internationaux. On peut également noter que les membres de l'équipe ont été invités à 11 conférences internationales, et que 11 thèses ont été soutenues sur la période. Si l'équipe a un membre (EC) très productif (moyenne d'environ 10ACL/an), le nombre moyen d'ACL produit par ses membres reste très élogieux 2,45/EC/an, sachant que l'équipe est constituée de 7 EC, et d'un chercheur. A noter un IR très productif. Il faut souhaiter que l'EC faiblement (voire non) publiant sur la période va profiter de la dynamique de l'équipe suite à son intégration dans ce nouveau groupe. Notons enfin que 2 HDR ont été soutenues dans la période.

Enfin, cette équipe a des collaborations avec différents partenaires académiques à l'échelle nationale et internationale, qui se traduisent par l'accueil de chercheurs étrangers, des projets communs (PICS, ANR, thèse en cotutelle ou partenariat (Chine, Canada)) et la création d'outils en commun (TEM Strain). Un projet de création d'un LIA avec la NEU de Shenyang est en cours. Par ailleurs l'équipe entretient différentes collaborations industrielles et la fidélisation avec Arcelormittal est à souligner.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe collabore avec différents partenaires académiques et industriels. D'un point de vue académique/recherche publique, l'équipe coopère avec les laboratoires lorrains (LaBPS, LMOBS, UMI Georgia Tech Metz, IJL). Des membres de l'équipe sont animateurs de thèmes de recherche (fédération GI2M, projet CPER). D'un point de vue national, on peut souligner des collaborations avec diverses équipes nationales (CEA/LETI, SIMAP). Il faut souligner le fort partenariat avec le centre de recherches d'Arcelormittal (équipe fidélisée avec 7 thèses sur la période (5 en cours)), et la participation à des recherches partenariales avec des partenaires régionaux (Institut de Soudure, CRT Métall 2T), nationaux (PSA, SNECMA) ou internationaux (SIEMENS/KWU). Enfin plusieurs membres de l'équipe sont engagés dans la responsabilité de filières d'enseignements à l'Université de Metz, comme dans le suivi pédagogique de filière de formation continue (échelle nationale) ou plus locale.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Les membres de l'équipe sont régulièrement invités à des conférences (17) et l'équipe accueille des Professeurs étrangers (en moyenne 5mois/an). Il faut souligner diverses collaborations très fructueuses : avec la Pologne (développement du logiciel TEM STRAIN pour la caractérisation des microdéformations), le Canada (thèses en cotutelle) et la Chine (PICS, ANR Franco-Chinois, Partenariat Hubert Curien avec la Chine Cai Yuanpei et plusieurs thèses en cotutelle). Un projet de création d'un LIA avec la North-Eastern University de Shenyang est en cours de montage. Les doctorants et post-doctorants sont issus d'universités lorraines, françaises et étrangères (Chine, Inde, Algérie).

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

Les travaux vont se poursuivre suivant les quatre grands thèmes de recherche définis récemment. Les projets apparaissent tout à fait pertinents et faisables sur la base des acquis de l'équipe. Les développements des mesures de contraintes et de déformations locales comme la caractérisation 3D des microstructures/microtextures sont des enjeux importants pour la compréhension des microstructures et la modélisation des propriétés. La caractérisation 3D de la microstructure est un projet ambitieux qui repose sur l'équipe 3TAM. Elle a commencé au cours des quatre années passées et va s'amplifier avec la réception et l'installation du microscope double faisceau, le développement de la technique et la mise en place des outils de traitements de données et de stéréologie quantitative. La demande d'un recrutement d'un IE sur un poste pérenne est à appuyer. Pour les différents projets, des synergies avec les autres équipes du laboratoire (SMART, TMP, voire d'autres laboratoires) devront être bien coordonnées et menées.



## Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

Le sentiment du comité est très positif quant aux activités de l'équipe tant pour les quatre années passées que pour le projet de recherche. L'équipe affiche un dynamisme important et propose des projets pertinents dans le cadre de la participation à différents programmes transversaux et à différentes collaborations entre les équipes. Cette dynamique est heureusement accompagnée par des recrutements.

- *Points forts et opportunités :*

L'expertise de l'équipe dans la caractérisation des textures et microstructures aux diverses échelles et le développement d'outils pertinents est bien reconnue. Le projet de création d'un centre de compétence de caractérisation 3D des textures et microstructures est ambitieux.

De jeunes permanents ont été récemment recrutés, cela va contribuer à conserver les compétences, mener le projet de caractérisation 3D, développer de nouveaux outils et leur application aux études de transformations et caractérisations des microstructures et textures.

Le lien avec North-Eastern University et la fidélisation des relations avec Arcelormittal sont autant de points forts.

- *Points à améliorer et risques :*

Dans le nouvel environnement centré sur la mécanique des matériaux, il conviendra de garder la visibilité sur les thèmes de recherche plus proches de la métallurgie. Il convient également de ne pas trop charger les jeunes EC en enseignement.

- *Recommandations :*

Le comité soutient la demande de recrutement de l'IE sur l'appareillage dual beam et recommande de ne pas trop charger les jeunes enseignants-chercheurs en enseignement pour qu'ils puissent développer leurs projets.

Le comité recommande de fidéliser les collaborations avec Chine.



## Équipe 4 :

TMP Texture, Microstructure et procédés

Nom du responsable : M. Albert Tidu

### Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	6 (3PU & 3 MCF)	6 (3PU & 3 MCF)	6 (3PU & 3 MCF)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	0	0	0
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	0	0	0
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	2	2	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	0		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4		
<b>N7</b> : Doctorants	5,5		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	8		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	1		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4		
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>17,5</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe TMP est composée de chercheurs provenant du LETAM et du LPMM dans le cadre de la nouvelle structuration de l'unité. Les activités de recherche portent sur (i) la compréhension et la modélisation des évolutions de microstructures et de textures cristallographiques locales et globales associées aux procédés de mise en œuvre, (ii) l'identification des conditions d'élaboration et/ou de mise en forme permettant d'optimiser les textures/microstructures au regard des conditions d'usage. L'équipe s'intéresse aux procédés de mise en œuvre conduisant à une modification de la surface des matériaux, aux procédés d'élaboration de surfaces techniques (enlèvement de matière, traitement mécanique de type SMAT...) ou de matériaux massifs (métallurgie des poudres, hyperdéformation...). Les travaux de recherche développés s'appuient sur des techniques expérimentales de caractérisation quantitative (texture cristallographique, contrainte interne, analyse de phase...) aux échelles du MEB, TEM, DRX pour l'identification et l'analyse des mécanismes élémentaires mis en jeu lors des procédés de mise en œuvre. L'équipe est solidement positionnée autour d'un savoir-faire et de développements innovants de ces techniques ; on peut souligner pour la DRX le développement d'outils permettant le traitement des configurations de



superpositions de raies de diffraction, la mesure de déformation intragranulaire pour les matériaux polycristallins...et pour la MET, la détermination de tenseurs des déformations à l'échelle microscopique.

Dans le domaine des procédés, une technique expérimentale originale et très prometteuse de raffinement de la microstructure (jusqu'à la nanostructuration) par hyperdéformation de tubes métalliques (High pressure tube twisting) a été développée dans le cadre d'une ANR Maetpro coordonnée par un membre de l'équipe. Ce thème a ouvert de nouveaux champs d'investigation originaux tel le frottement à très haute pression. L'expertise autour de l'analyse de textures cristallographiques a été mise à profit pour l'étude des échantillons hyperdéformés, ce qui a conduit à développer des modélisations originales des mécanismes de fragmentation de grains. Les travaux autour de l'étude des microstructures et textures de matériaux hyperdéformés ont permis d'aborder l'analyse des propriétés des surfaces et sous-surfaces durcies par hyperdéformation. Cet axe de recherche s'intéresse à des procédés innovants de traitements de surface tel le procédé par faisceaux électroniques pulsés. Ce traitement sans équivalent en Europe a été mis au point à l'Université de Dalian (Chine), et l'étude est confiée aux chercheurs de l'équipe TMP pour leur expertise et leur rayonnement international dans ce domaine.

A partir de l'analyse des publications (ACL uniquement, en annexe du bilan du LEM3) sur l'exercice 2007-2010, la qualité scientifique et la production de l'équipe est excellente et d'un très bon niveau international avec 89 ACL (sur un total de 385 ACL de l'unité) dans des revues de référence telles que Acta Materialia, Scripta Materialia, Material Sciences and Engineering A, International Journal of Plasticity, Journal of Alloys and Compounds, Journal of Crystal Growth, Journal of Material Science, Intermetallics, Journal of Vacuum Science and Technology A, Metallurgical and Material Transaction A, Philosophical magazine, Journal of Microscopy... Il convient de souligner un article de review co-écrit par un membre de l'équipe et publié dans Progress in Materials Sciences en 2009. La production scientifique est relativement régulière sur le quadriennal avec 27 ACL en 2007, 20 ACL en 2008, 23 ACL en 2009 et 19 ACL en 2010, même si on peut noter quelques disparités de taux de production scientifique entre les différents chercheurs de l'équipe. Toutefois, tous les EC de l'équipe sont publiants avec un nombre moyen d'ACL produit par ses membres relativement élevé : 2,22/EC/an. D'un point de vue formation doctorale, 8 thèses ont été soutenues sur la période du quadriennal et une habilitation à diriger les recherches.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe TMP mène des actions de recherche transversales à l'échelle du LEM3 notamment avec les équipes 3TAM (pour les investigations aux échelles du MET), SMART (ANR Tibia), APPLI (pour les calculs ab-initio). Elle développe également un partenariat avec GTL Metz, IJL, UL, LMOPS (UL), LaBPS (ENIM) dans le cadre de la fédération GI2M. Les relations avec le tissu industriel sont nombreuses et de qualité (Sonaca, Eurocopter, Safran, DCNS, Specitube, Rolex, Nexans...). Elles se traduisent notamment par des financements de doctorants (parmi les 10 thèses en cours, 6 s'appuient sur des financements provenant de l'industrie). Les relations internationales sont bien développées avec l'accueil de chercheurs invités et un partenariat fidélisé avec l'université de Dalian (Chine) avec laquelle plusieurs thèses en co-tutelles ont été préparées. L'équipe est impliquée dans différents programmes nationaux (3 ANR, FUI...) et internationaux (par exemple, Australie) associant à la fois des partenaires académiques et industriels.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Les membres de l'équipe TMP ont été invités à 12 conférences internationales pour leurs expertises dans le domaine de l'analyse et l'étude des textures, les effets de traitements thermomécaniques de surface sur l'évolution de leurs propriétés. Les relations internationales sont nombreuses et concernent différents champs d'expertise de l'équipe (Université de Freiberg : Méthode d'analyse de texture par ondelette, Indian Institute of Science : ECAE, Université de Barcelone : Métallurgie des poudres, Los Alamos : Hyperdéformation, Université de Cracovie : Calcul et mesure des contraintes...). TMP accueille dans le cadre de séjours « professeurs invités » des collègues d'universités étrangères (en moyenne 4 mois/an). On peut souligner que sur les thèses soutenues lors du quadriennal, 4 ont bénéficié de financements étrangers.

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

Le projet de l'équipe TMP s'inscrit essentiellement dans la continuité des travaux entrepris avec des ouvertures vers de nouveaux champs d'investigation issus et/ou inspirés des travaux menés au cours du quadriennal. Il s'articule autour de quatre thèmes principaux : (i) méthodologie de la mesure, (ii) étude des mécanismes d'évolution de textures et microstructures, (iii) optimisation et caractérisation mécanique des surfaces (iv) développement de modèles d'affinement de la microstructure. Les développements des techniques de caractérisation notamment par l'acquisition d'équipements de pointe ne peut que renforcer l'expertise de l'équipe à l'échelle internationale dans le domaine de la caractérisation des microstructures. De même, les projets autour de l'affinement de microstructure et



la fonctionnalisation des surfaces sont très novateurs (e.g. par exemple, tôle nanostructurée) et méritent d'être poursuivis tant du point de vue expérimental que de la modélisation. Dans sa globalité, le projet de l'équipe présente des objectifs pertinents et tout à fait réalisables, avec un bon équilibre entre recherche fondamentale et à visée industrielle. Toutefois, il convient de veiller à ne pas trop élargir le spectre de recherche (risque de perdre en visibilité, capacité d'approfondissement...).

#### Conclusion :

##### ▪ *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe TMP présente un bilan scientifique de qualité, renforcé par une production scientifique de bon niveau qui lui confère une bonne visibilité internationale. Elle fait émerger des sujets de recherche novateurs qu'elle développe dans le cadre de programmes collaboratifs en partenariat avec l'industrie. Les investissements continus dans le développement des moyens expérimentaux de caractérisation assurent à cette équipe le maintien de son expertise dans l'analyse des textures et des microstructures.

##### ▪ *Points forts et opportunités :*

Les activités de recherche de l'équipe dénotent d'une bonne cohérence. Les travaux dans le domaine de la fonctionnalisation des surfaces sont originaux.

L'expertise et la notoriété de l'équipe sont bien établies, en ce qui concerne l'analyse des textures cristallographiques, renforcée pour le prochain quinquennal par les développements d'outils de caractérisation de la (micro)déformation à toutes les échelles de la microstructure. Les développements de méthodes de raffinement de microstructure sont innovants. Les thématiques de recherches autour de la compréhension des relations entre les conditions d'élaboration et de mise en forme et les textures/microstructures induites sont pertinentes pour l'identification des conditions d'obtention de microstructure et/ou de texture optimale(s) au regard des conditions d'usage.

##### ▪ *Points à améliorer et risques :*

Le spectre des recherches est large (notamment, diversité des procédés étudiés), ce qui peut engendrer une dilution des ressources et une perte éventuelle de visibilité.

Il y a un risque de redondance entre certains thèmes de recherche à l'échelle du laboratoire (e.g. Microstructure/3TAM, Usinage/SIP, Frottement/CeDyn). Il y aurait un intérêt à amplifier les interactions pour favoriser la complémentarité des équipes. Il y a une absence de stratégie efficace de valorisation par le dépôt de brevets sur les savoir-faire développés de l'équipe.

##### ▪ *Recommandations :*

Le comité recommande de stimuler les synergies entre les différents chercheurs de l'équipe par la mise en place de thématiques de recherche transversales (dans le bilan actuel, TMP est structurée en cinq axes majeurs faisant intervenir essentiellement les chercheurs du LETAM).

L'activité partenariale avec des laboratoires au niveau national apparaît modeste (notamment dans les domaines de l'affinement de microstructure, comportement tribologique, élaboration de nanopoudre). Cet aspect est sans doute à travailler dans le prochain quinquennal (participation et/ou mise en place de GDR, développement de réseau d'excellence à l'échelle nationale, voire européenne...).





**Équipe 5 :** Equipe Mécanique et Matériaux en Conditions Extrêmes (M2CE)

**Nom du responsable :** M. Sébastien MERCIER

**Effectifs**

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	13	Equipe restructurée (voir tableau par équipe nouvelle)	Equipe restructurée (voir tableau par équipe nouvelle)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	0		
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	Equipe restructurée (voir tableau par équipe nouvelle)	Equipe restructurée (voir tableau par équipe nouvelle)
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	4		
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	0		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2		
<b>N7</b> : Doctorants	6		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	11		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	3		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7		
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>26</b>		

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

## • Appréciations détaillées

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

Trois thématiques principales sont développées au sein de cette équipe : procédés grandes vitesses, comportement et rupture dynamique des matériaux et hyper déformation. Cependant, l'équipe a été profondément restructurée dans le projet, avec le départ de 3 permanents vers l'équipe TMP, le reste de l'équipe se scindant en 2 nouvelles équipes : SIP et CeDyn.



Sur les procédés grandes vitesses, l'équipe s'intéresse à l'usinage à grande vitesse (UGV), au frottement et à l'usure ainsi qu'à la modélisation de la coupe des métaux. Des développements à la fois expérimentaux et de modélisation numérique sont réalisés. Si l'activité sur l'UGV est bien établie et reconnue au moins à l'échelle nationale et internationale, la valorisation scientifique reste globalement cependant en deçà des potentialités. Les travaux réalisés sur les problèmes d'usure et frottement sous conditions extrêmes, présentent des aspects novateurs du point de vue expérimental (comme la mesure du frottement dynamique sur banc).

Enfin la modélisation de la coupe est une spécificité reconnue de l'équipe.

Sans conteste, le comportement et la rupture dynamique des matériaux est une activité phare de l'équipe avec une bonne reconnaissance internationale. L'équipe dispose de moyens expérimentaux originaux. Les investigations portent sur instabilité/endommagement en dynamique, comportement des matériaux à grande vitesse et rupture des matériaux fragiles. Le développement de lois de comportement élasto-viscoplastiques (utilisant des approches multi-échelles ou phénoménologiques enrichies), tout comme l'étude des instabilités plastiques sous chargement dynamique et le développement de modèles prédictifs associés sont des points forts de l'équipe. Enfin l'activité concernant le comportement dynamique et l'impact de matériaux dits fragiles (bétons, roches, verre, céramiques, glace, polymère...), permet à partir d'expérimentations originales (dynamique par écaillage, essais de compression confinée, essais de cisaillement dynamique...) de développer des modèles de comportement (modèles d'endommagement, modèles de plasticité...) aux grandes vitesses.

Le dernier thème concerne l'hyperdéformation des matériaux par différents procédés : Extrusion Coudée à Aire Egale (ECAE), Hyper Torsion des Tubes sous Contrainte Hydrostatique (HPTT) qui permettent d'affiner les microstructures des matériaux étudiés. Des expérimentations originales et uniques en France sont développées. Des modèles sont également développés dans le domaine de la fragmentation des grains, ainsi que des modèles prédictifs de la texture, de la distribution de la taille de grain et de l'écrouissage. Cette activité originale a donné lieu à de nombreuses publications.

Les activités expérimentales sont situées sur 2 sites : Metz Technopole (Arts et Métiers ParisTech) et Ile du Saulcy (UL), le premier site concernant essentiellement l'UGV. Sur les 13 permanents, 10 sont de l'UL (9 à Metz, 1 à Nancy) et 3 à Arts et Métiers ParisTech.

La production scientifique en termes de revue ACL est globalement très satisfaisante (20 en 2007, 22 en 2008, 20 en 2009, 18 en 2010), ce qui donne un taux moyen de 1,8 par EC et par an. La qualité des revues est également très satisfaisante pour une grande partie de la production. Cependant des écarts importants de taux de publication sont à signaler. Un non produisant sur l'exercice 2007-2010 a été relevé, un autre n'a pas publié depuis 2007. Notons également que l'activité sur l'hyperdéformation qui est la plus valorisée en termes de production scientifique (environ près de la moitié des publications), va s'intégrer dans une autre équipe dans le projet de laboratoire.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe M2CE est bien intégrée dans l'environnement régional et ses activités drainent une activité partenariale importante, que ce soit avec des partenaires industriels nationaux ou localisés géographiquement dans la région. Ces partenariats peuvent se traduire par des financements de thèses. Des financements à travers des projets ANR (2 dont l'un s'est terminé en 2010), avec l'ADEME ou dans le cadre des CPER ont été également obtenus. Des équipements lourds ont pu ainsi être financés grâce à cette mobilisation de moyens.

Parmi les collaborations industrielles, on citera Arcelormittal, CEA-Gramat, Nexans, Snecma, Thales...

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

L'équipe possède un réseau de collaborations à l'international très étoffé. Plus de la moitié des publications ACL est cosignée par des chercheurs d'universités étrangères aux USA et en Europe. Certaines de ces collaborations sont pérennes. Enfin, une partie des activités est intégrée dans un réseau d'excellence européen KMM regroupant 36 laboratoires. On peut également signaler des invitations pour des conférences plénières dans des manifestations internationales et l'organisation d'une conférence internationale sur l'UGV en 2010.

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

Le projet est de scinder l'équipe en 2 nouvelles équipes : CEDyn et SIP.



**Équipe : CEDyn**

Dynamique et Conditions Extrêmes

**Nom du responsable :**

M. Sébastien MERCIER

Effectifs

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs		5	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC		0	
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs		0	
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*		2	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité			
<b>N7</b> : Doctorants			
<b>N8</b> : Thèses soutenues			
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues			
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		4	
<b>TOTAL N1 à N7</b>		<b>7</b>	<b>5</b>

### • Appréciations détaillées

Le projet proposé par l'équipe CeDyn se décline en 3 thèmes principaux : comportement dynamique des matériaux fragiles, l'UGV frottement et usure, et le comportement et endommagement des matériaux ductiles. Cette équipe se recentre autour des chargements en conditions extrêmes (plus particulièrement à grande vitesse). Les moyens expérimentaux spécifiques dédiés sont pertinents. Du point de vue de la modélisation, l'équipe possède le potentiel humain nécessaire aux développements d'approches multi-échelles. Il existe par ailleurs dans cette équipe, une bonne dynamique en termes de partenariats industriels. Des collaborations scientifiques de 1er niveau sont également à noter. Signalons enfin que les chargements dynamiques sont une originalité de longue date reconnue nationalement et internationalement.

Cependant, sur le thème concernant l'UGV, autant les recherches développées sur le frottement et l'usure dynamique autour du banc d'essai et grâce à son instrumentation originale sont prometteuses (car permettant d'analyser par exemple l'UGV aux échelles pertinentes), autant l'étude de l'UGV en tant que process semble amputé du fait de la séparation de l'équipe en deux groupes.

Hormis cela, la faisabilité du projet est également conditionnée par de nécessaires recrutements (soit de CR soit de MCF) du fait qu'actuellement, il n'y a qu'un MCF parmi les 5 permanents. Un recrutement de MCF est prévu pour la rentrée 2012, mais cela sera guère suffisant au regard des ambitions de l'équipe.



## Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe CeDyn est une équipe de petite taille, dont les activités de recherche sont originales, reconnues et drainent des collaborations fructueuses, qu'elles soient académiques ou industrielles.

- *Points forts et opportunités :*

Le développement de méthodes expérimentales permettant d'analyser le comportement et l'endommagement aux grandes vitesses de chargement est un point fort. Le couplage expérimentation-modélisation est également un autre point fort.

- *Points à améliorer et risques :*

Les recherches sur l'UGV, en tant que process, risquent de souffrir de la dislocation de l'équipe d'origine. Il est nécessaire, sur ce point, d'engager des collaborations avec des équipes travaillant en complémentarité.

- *Recommandations :*

Il est nécessaire de recruter des permanents (au moins 2) car les objectifs scientifiques sont pertinents mais peut être surdimensionnés par rapport à la taille de l'équipe.



**Équipe : SIP**

Surfaces, Interfaces et Procédés

**Nom du responsable :**

M. Daniel DUDZINSKI

**Effectifs**

Effectifs	Nombre au 30/06/2011	Nombre au 01/01/2013	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs		4	3 (2?)
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC		0	
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs		1	0
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*		2	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*			
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité			
<b>N7</b> : Doctorants			
<b>N8</b> : Thèses soutenues			
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues			
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		2	
<b>TOTAL N1 à N7</b>		<b>7</b>	<b>3</b>

### • Appréciations détaillées

Le projet proposé par l'équipe SIP est spécifiquement orienté sur les procédés et plus particulièrement sur l'UGV (Usinage à Grande Vitesse) et le FSW (Friction-Stir welding). Elle dispose d'une plate-forme expérimentale sur les procédés d'usinage et s'intéresse à la compréhension des phénomènes de coupe (formation du copeau, contact, frottement, usure, ...), à l'expérimentation et la modélisation de la coupe et des procédés d'usinage et du FSW, et à la caractérisation des surfaces usinées (états de surface, contraintes résiduelles, défauts...). Elle associe à la fois une démarche expérimentale et de modélisation.

Concernant les aspects modélisation thermomécanique des procédés, des approches originales (analytiques et hybrides) sont développées ou en cours de développement. Une autre spécificité intéressante concerne le micro-usinage. Les autres activités concernant l'usinabilité ou l'usure utilisent des approches plutôt phénoménologiques et, du fait de la demande industrielle, sont plutôt applicatives.

A moyen terme, il est clair que la dislocation de l'équipe d'origine est préjudiciable à SIP, puisque sur les aspects fondamentaux concernant la coupe et le frottement, les compétences et les moyens sont dans CeDyn. Pour réussir son projet, l'équipe SIP doit développer des interactions fortes et indispensables.



La modélisation sur les procédés, si elle peut être vue comme pouvant être une activité autonome, n'en nécessite pas moins d'être complétée par des expérimentations à des échelles pertinentes requérant des moyens matériels actuellement inexistant dans l'équipe.

Enfin, le micro usinage qui pourrait être une activité à développer nécessite également des collaborations avec d'autres équipes du Laboratoire ou encore extérieures.

Comme pour l'équipe CeDyn, la taille de SIP est faible (4 permanents EC) mais cette équipe est plus fragile (1 non produisant et 1 autre dont les dernières publications sont de 2007). Le projet est d'autant plus fragile qu'il ne semble pas y avoir de recrutements en prévision.

#### Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe SIP est une équipe restructurée de faible taille. Ses domaines d'activité concernent les procédés d'usinage et le FSW. Les travaux de l'équipe sont pour une part importante réalisés avec des partenaires industriels.

- *Points forts et opportunités :*

Des approches originales (analytiques et hybrides) sont développées ou en cours de développement, en modélisation thermomécanique des procédés. Une autre spécificité intéressante concerne le micro-usinage. Il serait d'ailleurs intéressant d'ouvrir vers des collaborations extérieures, comme par exemple FEMTO-ST.

- *Points à améliorer et risques :*

Les recherches concernant l'UGV, sur les aspects fondamentaux, risquent de souffrir de la dislocation de l'équipe de provenance. Il est nécessaire, sur ce point, d'engager des collaborations avec des équipes travaillant en complémentarité. Le potentiel humain constitue également un élément d'inquiétude.

- *Recommandations :*

Le comité recommande de remettre à plat tous les projets de recherche, et de tenter de les intégrer dans une équipe à la structure et au profil redéfini où chaque groupe pourra trouver sa place.



**Équipe 6 :** Systèmes Multiphasés, Applications, Rhéologie, Tenue en Service (SMART)

**Nom du responsable :** M. Etienne PATOOR

**Effectifs**

<b>Effectifs</b>	<b>Nombre au 30/06/2011</b>	<b>Nombre au 01/01/2013</b>	<b>2013-2017 Nombre de produisants du projet **</b>
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	11	11	8
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	0	0	0
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	1 (E6) + 1,75 (SC)	1 (E6) + 1,75 (SC)	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	2		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1		
<b>N7</b> : Doctorants	10		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	13		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	0		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4		
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>27,75</b>	<b>15,75</b>	<b>9</b>

\* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

\*\* Nombre de producteurs de la période [1er janvier 2007-30 juin 2011] et qui seront présents en 2013-2017.

## • Appréciations détaillées

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

Les activités de recherche de l'équipe SMART ont pour dénominateur commun la caractérisation et la modélisation du comportement des matériaux multiphasés, elles se déclinent suivant trois thèmes : micromécanique des transformations de phase et systèmes adaptatifs, mise en forme des aciers à hautes performances et analyse de la tenue en service des produits innovants. L'activité sur les alliages à mémoire de forme est très bien établie et reconnue aux échelles nationales et internationales, elle a également donné lieu à une activité commerciale hébergée dans les locaux de l'ENSAM (Nimesis Technology, créée en 2004), ce qui témoigne de son rayonnement ; un MCF vient d'être nouvellement recruté sur cette thématique, ce qui participe à son renouvellement. L'activité sur la mise en forme des aciers apparaît moins complète, et nécessite une interaction forte avec l'équipe MeNu qui développe les aspects numériques sur ce thème. De plus, le manque potentiel de PR/HDR dans cette thématique (constatation qui provient de l'analyse des noms sur les publications rattachées à cette activité) accrédite ce constat. L'activité sur la tenue en service des produits innovants paraît plus hétérogène que les deux autres, et regroupe des activités sur le développement d'une méthode de caractérisation originale, l'endommagement des aciers et composites et le



développement d'actionneurs en AMF. L'activité sur l'endommagement des composites atteint une reconnaissance nationale, avec la participation à un projet FUI.

Au travers de la visite, les activités expérimentales et numériques paraissent situées majoritairement sur le site de technopôle. Cependant, 5 EC sont rattachés à l'Université de Lorraine (UL), sur le site « île de Saulcy » et 1 EC à l'IUT de Forbach (à environ 60 km de Metz). Cet éloignement n'est pas pénalisant pour l'EC de l'IUT, qui est « produisant », mais on peut noter que sur les 5 EC de l'UL, 2 sont parmi les non-productifs de l'équipe, sans doute un effet accentué par l'éloignement.

A partir de l'analyse des publications (ACL uniquement, en annexe du bilan du LEM3) sur l'exercice 2007-2010, la qualité scientifique et la production de l'équipe sont globalement bonnes (6 en 2007, 8 en 2008, 15 en 2009, 12 en 2010) soit 0,93 ACL par chercheur par an, tout en notant des disparités sur le niveau des revues entre les différentes thématiques.

Le nombre de non-productifs, qui font toujours partie de l'équipe SMART dans le projet, est de 3 (avec de plus 1 MCF non-productif sur le bilan 2007-2010 et parti en mutation), ce qui traduit une fragilité de l'équipe, et qui s'accompagne par l'absence de soutenance d'HDR sur l'exercice considéré. On peut noter qu'un des non-productifs au moins redeviendra productif sur le prochain exercice, ce qui témoigne que l'équipe a pris conscience du risque.

Treize thèses ont été soutenues sur l'exercice et dix sont en cours actuellement, ce qui traduit une très bonne activité de formation de formation à la recherche.

#### Appréciation sur l'intégration de l'équipe dans son environnement :

L'équipe SMART apparaît comme très bien intégrée dans le LEM3, avec des projets (ANR, thèse, moyens de calculs) communs avec toutes les autres équipes. Cette équipe a également une très bonne activité de recherche collaborative universitaire et industrielle, avec 3 projets financés par l'Agence Nationale pour la Recherche, avec des partenaires industriels et universitaires nationaux et européens, un projet FNRAE sur le développement d'alliages à mémoire de forme pour le domaine aéronautique et un projet FUI sur l'endommagement des composites à matrice polymère/avec renfort fibres courtes. Les collaborations industrielles sont très fortes et représentent 51% des ressources contractuelles de l'équipe, avec de plus un poste de PAST pour accueillir un chercheur de Arcelormittal.

De plus, l'activité sur les alliages à mémoire de forme a donné naissance à une entreprise hébergée dans les locaux du Centre Arts et Métiers Paris Tech de Metz, centrée sur la conception et réalisation de pièces en AMF.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'équipe de recherche :

Les relations internationales de l'équipe sont bien visibles à travers des projets labélisés (European Science Foundation, PHC, CNRS-CNPq avec le Brésil, co-tutelle de thèse avec la Roumanie) et des publications communes avec des chercheurs étrangers. Les chercheurs de l'équipe ont été invités régulièrement à des conférences, huit fois au total sur l'exercice, en particulier sur l'activité alliages à mémoire de forme. Trois post-doctorants ont été accueillis par l'équipe, dont un des anciens doctorants de l'équipe. Ce chiffre paraît peu élevé au regard des activités internationales de l'équipe.

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

Le projet proposé par l'équipe SMART est un projet à moyen terme, en continuité avec son bilan, au travers des thèses en cours et des projets collaboratifs. Les perspectives dans les 3 thématiques de l'équipe sont mises en regard des collaborations avec d'autres équipes du LEM3, ce qui est un point important pour la vie scientifique du laboratoire.

Les activités de l'équipe ont une composante à la fois expérimentale et numérique, ce qui nécessite des moyens humains en techniciens et ingénieurs. L'équipe est dotée d'un IE et l'équivalent de 1,75 poste de technicien rattaché au service commun du LEM3, et 2 postes d'ingénieurs en CDD sont nécessaires pour compléter l'équipe des permanents. On peut également noter que la proportion PU-DR/MCF-CR de l'équipe SMART est une des plus faibles de toutes les équipes du LEM3, ce qui va dans le sens de la demande de l'équipe d'obtenir un poste de PU supplémentaire.





## Conclusion :

- *Avis global sur l'équipe :*

L'équipe SMART est une équipe solide, qui mène des activités de recherche originales et reconnues, dans le domaine des alliages à mémoire de forme, sur la mise en forme des produits métalliques et la tenue en service de produits innovants. La dynamique de l'équipe est bonne (projets collaboratifs, encadrement thèses, contrats industriels).

- *Points forts et opportunités :*

Ses points forts sont le développement de méthodes expérimentales d'élaboration et de caractérisation des matériaux (creuset froid, machine biaxiale, MEB diffraction Kossel, transformation martensitique et nano-indentation). L'activité AMF est très visible, tant au niveau national qu'international.

- *Points à améliorer et risques :*

Les activités sur la mise en forme paraissent fragilisées, par le développement d'une activité proche, certes numérique, dans l'équipe MeNu. En outre, une mobilisation ou prise de conscience serait nécessaire pour que les enseignants-chercheurs soutiennent une Habilitation à Diriger les Recherches.

- *Recommandations :*

Le comité recommande de conserver l'approche expérience-modélisation, qui est une spécificité de l'équipe, car à travers le rendu des activités, la partie expérimentale semble avoir pris une part plus importante. La thématique sur la mise en forme devrait s'appuyer sur une collaboration plus étroite avec l'équipe MeNu.

## 5 • Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2011-2012, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités).

Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des quatre critères définis par l'AERES. Elle a été accompagnée d'une appréciation d'ensemble.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport (et, le cas échéant ses équipes internes) a (ont) obtenu l'appréciation d'ensemble et les notes suivantes :

### Appréciation d'ensemble de l'unité LEM3 :

Unité dont la production, le rayonnement, l'organisation et l'animation sont excellents. Le projet est très bon.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A+</b>	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe MeNu :

Équipe dont la production et le rayonnement sont excellents. Le projet est très bon.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A+</b>	<b>A+</b>	-	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe APLI :

Équipe dont la production et le projet sont très bons. Le rayonnement est excellent.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A</b>	<b>A+</b>	-	<b>A</b>



### Appréciation d'ensemble de l'équipe 3TAM :

Équipe dont la production et le rayonnement sont excellents. Le projet est très bon.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A+</b>	<b>A+</b>	-	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe TMP :

Équipe dont la production et le rayonnement sont excellents. Le projet est très bon.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A+</b>	<b>A+</b>	-	<b>A</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe M2CE :

Équipe dont la production est excellente. Le rayonnement est très bon. Le projet est bon mais pourrait être amélioré.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A+</b>	<b>A</b>	-	<b>B</b>

### Appréciation d'ensemble de l'équipe SMART :

Équipe dont la production, le rayonnement et le projet sont très bons.

#### Tableau de notation :

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Qualité scientifique et production.	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement.	Gouvernance et vie du laboratoire.	Stratégie et projet scientifique.
<b>A</b>	<b>A</b>	-	<b>A</b>



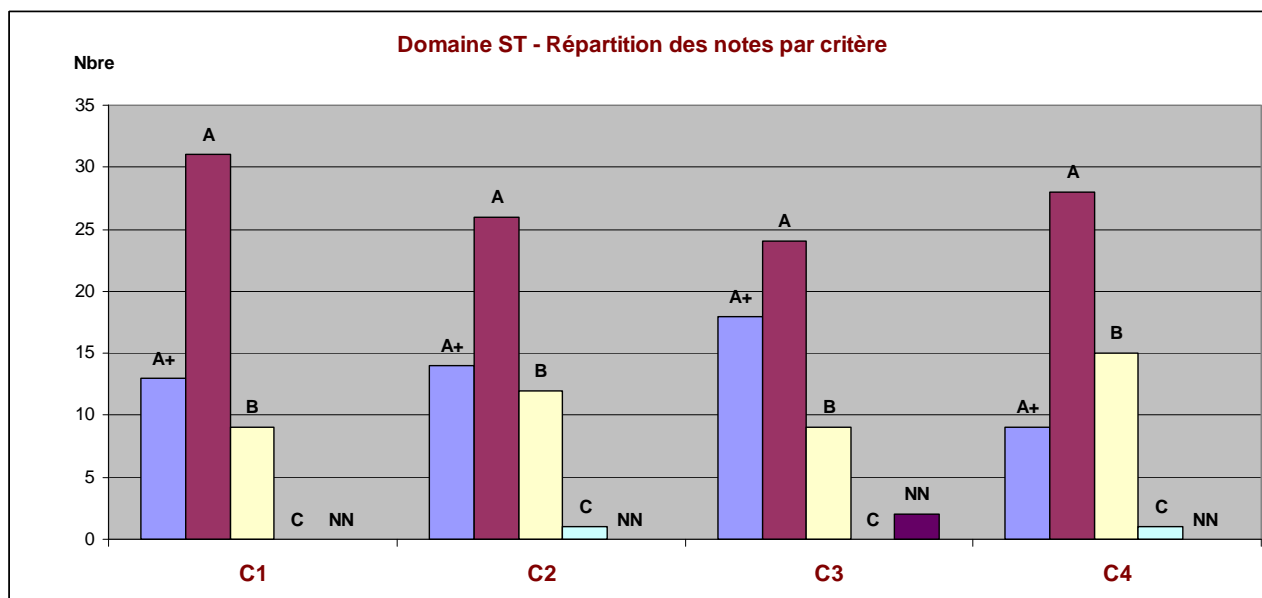
## 6 • Statistiques par domaine : ST au 10/05/2012

### Notes

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	13	14	18	9
A	31	26	24	28
B	9	12	9	15
C	-	1	-	1
Non noté	-	-	2	-

### Pourcentages

Critères	C1	C2	C3	C4
	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Gouvernance et vie du laboratoire	Stratégie et projet scientifique
A+	25%	26%	34%	17%
A	58%	49%	45%	53%
B	17%	23%	17%	28%
C	-	2%	-	2%
Non noté	-	-	4%	-





## 7 • Observations générales des tutelles

L'Administrateur Provisoire  
Jean-Pierre Finance

à

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

Objet : rapport d'évaluation de l'UMR LEM3  
Référence du document : C2013-EV-0542493S-S2PUR130004784-RT

Monsieur le Directeur,

Vous m'avez transmis le 26 mars dernier le rapport d'évaluation de l'UMR « Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3) » et je vous en remercie.

Je vous prie de trouver ci-dessous les éléments de réponse de Monsieur L. Toth, directeur de l'unité. Madame M.C. Lafarie-Frenot, Directrice adjointe scientifique de l'INSIS du CNRS et Philippe Piéri, Délégué Régional Centre-Est du CNRS, me font savoir qu'ils n'ont pas de remarque particulière à formuler sur le rapport AERES du LEM3 – UMR CNRS UL ENSAM ENIM 7239.

En tant que tutelle du laboratoire nous n'avons pas de remarque particulière à émettre sur le rapport du Comité d'évaluation. Nous prenons bonne note de ses recommandations qui nous semblent tout à fait recevables à ce jour.

Je vous prie d'agréer, cher collègue, l'expression de mes sentiments distingués.

L'Administrateur Provisoire



Jean-Pierre Finance



LABORATOIRE D'ÉTUDE DES MICROSTRUCTURES  
ET DE MÉCANIQUE  
DES MATÉRIAUX

Laszlo Toth Directeur du LEM3

Sujet : rapport d'audit du LEM3 du novembre 2011

### Observations du directeur

J'ai bien reçu une copie du rapport d'audit du laboratoire LEM3. Tout d'abord je remercie vivement pour l'excellent travail effectué par le comité AERES.

Je suis très satisfait du contenu du rapport que je trouve pertinent et juste. Je remercie notamment pour les recommandations très utiles pour notre évolution future.

Un petit nombre d'imprécisions factuelles sans conséquence sur la qualité du rapport se sont glissées dans le rapport du comité que j'ai listées dans un document séparé.

Je profite de ce courrier pour vous apporter quelques informations supplémentaires, venues après votre audit mais qui concernent la période avant l'audit également.

La première concerne notre réussite dans le concours de l'Investissement dans l'Avenir où notre proposition de laboratoire d'excellence 'DAMAS', déposée conjointement avec l'IJL de Nancy le 10 octobre 2011, a été couronnée de succès. Le DAMAS (Design des Alliages Métalliques pour l'Allègement de Structures) est dès à présent un laboratoire de métallurgie doté de 7.5 M€ pour 8 ans. Il est basé sur le laboratoire LEM3 et un département de l'IJL. Son directeur est Laszlo Toth, le directeur adjoint est Sabine Denis.

Notre demande pour un chercheur d'excellence déposée en septembre 2011 auprès la région Lorraine a également abouti ; nous accueillons actuellement le Prof. A.D. Rollett (Carnegie Mellon Université, E.U.) pour une période de 4 mois.

Merci de nouveau pour l'investissement du comité AERES dans l'évaluation de notre laboratoire, pour ses appréciations, et pour les conseils précieux pour notre développement futur.

Laszlo Toth  
Directeur du LEM3  
3 Avril 2012

