



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

Section des Unités de recherche

Evaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Energétique Mécanique

Electromagnétisme

LEME

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université Paris Ouest – Nanterre La Défense



Avril 2013



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**



# Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2012-2013, 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 six critères définis par l'AERES.

NN (non noté) associé à un critère indique que celui-ci est sans objet pour le cas particulier de cette unité ou de cette équipe.

**Critère 1 - C1** : Production et qualité scientifiques ;

**Critère 2 - C2** : Rayonnement et attractivité académique ;

**Critère 3 - C3** : Interaction avec l'environnement social, économique et culturel ;

**Critère 4 - C4** : Organisation et vie de l'unité (ou de l'équipe) ;

**Critère 5 - C5** : Implication dans la formation par la recherche ;

**Critère 6 - C6** : Stratégie et projet à cinq ans.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport et ses équipes internes ont obtenu les notes suivantes.

- Notation de l'unité : **Laboratoire d'Energétique Mécanique et Electromagnétisme**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A	A	B	A	A

- Notation de l'équipe : **Modélisation théorique et numérique des structures et des systèmes**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A	A	B	A	A+

- Notation de l'équipe : **Méta-matériaux pour les micro-ondes et l'optique**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	A	A	B	A	A+

- Notation de l'équipe : **Rayonnement thermique : aspects fondamentaux et applications**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	B	A	A

- Notation de l'équipe : **Exergie multi-échelles et systèmes énergétiques pour un développement durable**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	A	A	B	NN	A



- Notation de l'équipe : Couplage thermomécanique et endommagement des matériaux

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A	A	A	B	A	A



# Rapport d'évaluation

Nom de l'unité :	Laboratoire Energétique Mécanique Electromagnétisme
Acronyme de l'unité :	LEME
Label demandé :	EA
N° actuel :	4416
Nom du directeur (2012-2013) :	M. Olivier POLIT
Nom du porteur de projet (2014-2018) :	M. Olivier POLIT

## Membres du comité d'experts

Président :	M. Abel CHEROUAT, Université de Technologie de Troyes
Experts :	M. Thierry BARRIERE, Université de Franche-Comté (représentant du CNU)
	M. Carl LABERGÈRE, Université de Technologie de Troyes
	M. François LANZETTA, Université de Franche-Comté

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Claude GELIN

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

M. Philippe GERVAIS-LAMBONY, vice-président du conseil scientifique de l'Université Paris 10



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le LEME a été créé en janvier 2009 par le rassemblement d'enseignants-chercheurs des trois équipes d'accueil présentes sur le site de Ville d'Avray : LEEE, GEA et LmpX.

Durant le précédent contrat, le LEME, son conseil scientifique et le conseil scientifique de l'Université ont mis en place une structure plus efficace, afin de faciliter l'émergence de projets novateurs, les échanges entre enseignants-chercheurs de différents champs disciplinaires (mécanique des matériaux, et électromagnétisme), afin de permettre et d'améliorer l'implication des jeunes membres dans les activités de recherche portées par les PR et MCF HDR. Il est ainsi apparu nécessaire de mettre fin à une organisation en équipes qui ne correspondait plus à la réalité des projets scientifiques en cours.

Le laboratoire LEME est rattaché à l'Université Paris Ouest et est installé principalement à Ville d'Avray. Le laboratoire a été créé au début du précédent contrat quinquennal en janvier 2009 sous le nom de Laboratoire d'Energétique Mécanique et Electromagnétisme (LEME). Il est labellisé sous forme d'une Equipe d'Accueil (LEME, EA4416).

Le LEME regroupe à ce jour 21 enseignants-chercheurs (EC), dont 1 professeur émérite, 8 professeurs des universités et 12 maîtres de conférences dont 3 HDR, un professeur agrégé et une quarantaine trentaine de doctorants. L'unité de recherche est composée d'EC relevant des sections CNU 60-61-62-63.

Le LEME est maintenant organisé autour de cinq opérations de recherche identifiées par un projet scientifique bien défini :

1. L'opération Mécanique travaille sur des problèmes de modélisations théoriques et numériques des structures et des systèmes hétérogènes sous chargements complexes.
2. L'opération Couplage Thermo-mécanique et Endommagement des Matériaux travaille sur les problèmes d'endommagement multi-axial en thermo-statique et en fatigue des matériaux.
3. L'opération Energétique travaille sur les problèmes de rayonnement thermique et des propriétés thermo-optiques des solides, liquides, gaz et particules.
4. L'opération Exergie et Systèmes énergétiques travaille sur les problèmes d'exergie appliquée aux systèmes énergétiques dans un contexte de développement durable.
5. L'opération Matériaux travaille sur les problématiques associées aux méta-matériaux pour les micro-ondes et l'optique.

### Équipe de Direction

Le directeur du laboratoire est M. Olivier POLIT.

### Nomenclature AERES

ST5 (Sciences pour l'Ingénieur).



## Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>17</b>
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>18</b>

<b>Taux de producteurs</b>	<b>85,7%</b>
----------------------------	--------------

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	<b>29</b>	
Thèses soutenues	<b>14</b>	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	<b>0</b>	
Nombre d'HDR soutenues	<b>2</b>	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	<b>11</b>	



## 2 • Appréciation sur l'unité

Les activités de recherche sont organisées autour de cinq opérations de recherche définies, chacune, par un projet scientifique. Les opérations de recherche proposées correspondent aux compétences et aux activités déjà développées au sein du LEME, et le LEME est bien identifié à la fois au niveau national mais aussi international grâce à de nombreux partenariats. La production scientifique des opérations, en termes de nombre de publications de rang A, de projets de recherche académiques, et de collaborations universitaires et industrielles est très satisfaisante.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- Thématiques du laboratoire à fort potentiel permettant de mener à la fois des études fondamentales et appliquées.
- Gouvernance du laboratoire dynamique, et bonne ambiance générale régnant à l'intérieur du laboratoire.
- Bonne animation scientifique : organisation mensuelle d'un séminaire commun et journées scientifiques (2 jours) organisées à l'extérieur du campus. Ces journées et séminaires permettent aux doctorants de présenter l'état d'avancement de leurs travaux de recherche, et fournissent l'occasion aux EC de discuter des activités de recherche et des projets scientifiques de chaque opération.
- Le laboratoire bénéficie d'un fort soutien de l'Université de Paris Ouest (postes d'enseignants-chercheurs).
- Participation du LEME aux pôles de compétitivité (ASTech et Systematic).
- Bonne participation des EC (PR et MCF HDR) aux encadrements de thèses.
- Partenariats académiques importants au niveau national et international.
- Le nombre important de contrats de recherche, industriels notamment, permet de générer des moyens financiers et d'acquérir des matériels conséquents.
- Fort taux d'embauche des doctorants à l'issue de la thèse (voire même avant la fin de la thèse) consécutif aux contrats de recherches industriels.
- Le laboratoire contribue à des dépôts de brevets.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

- Faiblesse au niveau projets européens, ainsi qu'au niveau des projets FUI et des projets ANR.
- Dispersion des EC sur plusieurs bâtiments.
- Administration du laboratoire à renforcer, surtout compte-tenu de l'éloignement par rapport à l'Université de Paris Ouest - Nanterre.
- Diminuer les activités d'enseignement et les tâches administratives des enseignants-chercheurs afin d'augmenter l'investissement dans les activités de recherche de manière conséquente, ainsi que dans l'encadrement de thèses.
- Nombre réduit d'enseignants-chercheurs bénéficiaires de la PES, du fait d'importantes activités d'enseignement et de tâches administratives.
- Certaines opérations de recherche ne sont portées que par un faible nombre d'enseignants-chercheurs. En cas d'augmentation de contrats industriels, la charge de travail risque de nuire à leur bon fonctionnement.
- Une seule allocation ministérielle est attribuée aux 5 opérations. C'est insuffisant pour développer les recherches tant académiques sur des sujets fondamentaux, que contractuelles sur des sujets plus appliqués.
- Le manque de bâtiments adaptés (prévus au CPER 09-13) et dédiés à la recherche conduit à la dispersion des opérations sur le site, et contribue ainsi à la limitation de travaux communs et à l'inconfort des recherches au sein de chaque opération.
- Les personnels techniques, (de type IE ou Tech) et administratifs, sont en nombre insuffisant pour garantir le bon fonctionnement de l'opération et du laboratoire.





### Recommandations :

- L'unité doit se renforcer en personnels administratifs et techniques, notamment pour conduire des études de valorisation clairement différenciées des opérations de recherche.
- L'aide de l'université devrait contribuer à maintenir les différentes plateformes technologiques en bon état de fonctionnement.
- L'animation et les interactions transversales entre les différentes opérations de recherche du laboratoire devraient être amplifiées.
- Il convient d'encourager les jeunes EC à s'investir encore mieux et plus efficacement dans les activités et opérations de recherche et à postuler à la PES.
- Il serait bienvenu de mettre en place une démarche qualité au sein du laboratoire et de chacune des opérations.
- Il est recommandé de dynamiser les projets transversaux entre les opérations de recherche du laboratoire (matériaux, métrologie thermique, rayonnement).
- Il conviendrait de limiter les charges d'enseignement et/ou administratives afin que celles-ci permettent de développer les activités de recherche.
- En liaison avec l'École Doctorale (ED 139 de l'UPO « Connaissance, langage, modélisation »), il serait utile d'effectuer un bilan en début de 2ème année de thèse en présence du directeur du laboratoire, d'un membre de la direction de l'École Doctorale, des encadrants et du doctorant afin d'évaluer l'avancement de thèse et éventuellement la réorienter afin de limiter le risque de dépassement au-delà de trois ans.



### 3 • Appréciations détaillées

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

La production scientifique du laboratoire, évaluée sur la base des travaux réalisés dans les 5 opérations de recherche et dans les travaux antérieurs des membres, est globalement suffisante en quantité. On dénombre 92 articles de rang A soit environ 2,3 articles par an par équivalent temps plein. Sous l'impulsion de l'Université de Paris Ouest Nanterre et grâce à la réorganisation du laboratoire, des améliorations très sensibles sont déjà perceptibles. Ainsi, 4 enseignants-chercheurs sont devenus producteurs en 2010 et 3 autres devraient le devenir prochainement.

Le nombre de doctorants est aussi en croissance et le souci du laboratoire (et de la tutelle) de favoriser la participation de maîtres de conférences à l'encadrement des thèses, et ce afin de les conduire vers une habilitation à diriger des recherches, doit être souligné et encouragé.

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

Le LEME est bien intégré dans son environnement universitaire, et ce malgré l'éloignement des structures de gouvernance de l'Université Paris 10, ainsi que des thématiques majoritaires de l'Université (Droit et Sciences sociales).

Le laboratoire entretient des relations nombreuses avec plusieurs établissements en Espagne, aux Etats-Unis, Argentine, Chine, Roumanie, Maroc, Inde, Luxembourg, Autriche, Allemagne, Japon, Iran et Grande-Bretagne. Ces relations sont matérialisées par des thèses en cotutelle ou l'échange de chercheurs et d'enseignants-chercheurs.

Les membres du LEME sont présents dans des conseils et commissions de l'Université, ainsi qu'au niveau national et international (conseil d'administration, Comité Consultatif de Discipline, Conseil scientifique, Conseil National des Universités, Comités de sélection, Responsabilités éditoriales, Organisation de colloques et Journées scientifiques, Conférences invitées).

Le LEME possède de nombreux moyens expérimentaux très diversifiés, en particulier dans le domaine de la caractérisation des matériaux, le rayonnement thermique mais ses moyens restent insuffisants pour développer des actions de recherche d'envergure et ambitieuses.

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

Le laboratoire participe peu à des pôles de compétitivité et le bilan ne fait état que de peu de projets financés par le fonds de compétitivité des entreprises. Il serait souhaitable d'augmenter la réponse aux appels à projets du FUI et de l'ANR.

La spécificité du LEME porte d'une part sur sa pluridisciplinarité qui rassemble les transferts thermiques (rayonnement, conduction et convection), les méta-matériaux pour les micro-ondes, l'optique, l'exergie et les systèmes énergétiques, la mécanique des solides et composites et matériaux hétérogènes, le couplage multi-physique et la modélisation avancée. Les interactions avec l'environnement social, économique et culturel se traduisent par :

- la détermination des températures des solides et des gaz qui a des applications directes dans le monde aérospatial et automobile pour améliorer les rendements tout en maîtrisant les rejets polluants tels que les NOx ;
- les applications de pyrométrie en volcanologie : protection des populations civiles qui peut être mieux assurée par la détermination in situ de la température de la coulée de lave, donc de sa viscosité et donc de la prévision de l'étendue de la coulée ;
- la possibilité d'augmenter la compacité des structures antennaires et des barrières électromagnétiques pour réaliser des capteurs performants de plus en plus petits à des coûts raisonnables. Cette activité contribuera à la sécurité et à la prévoyance pour les personnes en milieux dangereux ou/et peu accessibles ;
- une meilleure connaissance de la réponse thermomécanique et de la ruine des matériaux en fatigue qui permet une meilleure prédiction de la durée de vie de composants métalliques.



Les partenariats industriels forts concernent des leaders dans le domaine de l'aviation, du spatial, des moteurs (SNECMA, EADS, MBDA), du nucléaire (CEA), de l'énergie (GDF SUEZ, TOTAL), de l'automobile (FAURECIA). La durée de ce partenariat est notable dans certains cas (supérieur à 20 ans par exemple dans le domaine aérospatial).

Plusieurs partenariats académiques forts ont été créés, donnant lieu à des publications communes, échanges de matériels, utilisation de plateformes communes.

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

Le LEME est structuré autour d'un Conseil du LEME qui a été mis en place suite à des élections organisées dans chaque domaine scientifique afin de choisir les représentants. Des statuts et un règlement intérieur du laboratoire ont été définis afin de préciser les organes de décision et le mode de fonctionnement.

Une animation scientifique a été mise en place à travers l'organisation d'un séminaire commun mensuel et des journées scientifiques à l'extérieur du campus permettant notamment aux doctorants de présenter l'état d'avancement de leurs travaux de recherche.

Le LEME a pu organiser des demandes de support auprès de l'Université de Paris Ouest Nanterre et l'accueil de Professeurs Invités au sein du LEME (depuis 2009, 3-4 mois/an).

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

Les doctorants du LEME sont inscrits à l'Ecole Doctorale n°139 "Connaissance, langage, modélisation" de l'Université Paris Ouest Nanterre.

La durée moyenne des thèses est de 4 ans, ce qui est trop long, mais est souvent lié à des difficultés d'intégration des doctorants étrangers. Les doctorants doivent être encouragés à présenter leurs travaux dans des conférences internationales et à rédiger des articles dans des revues à comité de lecture.

Une animation scientifique a été mise en place par le LEME à travers l'organisation d'un séminaire commun mensuel. Il a été essentiel d'ouvrir ce séminaire pour permettre aux étudiants de M2 (Master Mécanique des structures et applications aux matériaux composites et innovants, Master électronique embarquée et systèmes de communications et Master Energétique et Matériaux) d'assister et de mieux appréhender le monde de la recherche dans le cadre des projets Travaux Etudes & Recherche qui sont dans les maquettes.

Cette ouverture permet de mettre en relation doctorants et étudiants de M2 et offre réciproquement la possibilité de suivre des cours en M1 et M2, afin de fournir aux doctorants certaines notions utiles à la réalisation de leur thèse, afin de compléter leurs connaissances et compétences en fonction du sujet de leur thèse.

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

La structuration du LEME, à la fois sur les aspects organisationnels et scientifiques, a été très bien conduite et permet à l'unité de recherche de se présenter de façon structurée et efficiente à l'issue de ce premier contrat. Les opérations de recherche proposées par le laboratoire correspondent bien aux compétences et aux activités déjà développées. Ces activités sont bien identifiées à la fois au niveau national mais aussi international par de nombreux partenaires.

L'activité contractuelle est en augmentation et des projets s'inscrivant dans les thèmes sont en cours de concrétisation (projets européens ou ANR ou FUI). La participation du LEME aux pôles de compétitivité ASTech et Systematic, montre la visibilité de l'unité auprès des partenaires industriels et institutionnels.

Le recrutement de deux nouveaux EC (PR + MCF) devra renforcer le potentiel de l'unité puisque les deux PR partant à la retraite semblent désireux de poursuivre leur participation aux activités de recherche du LEME comme Professeurs Emérites.

L'organisation du LEME autour d'opérations de recherche et l'animation efficace de ses opérations doivent permettre dans le futur d'augmenter les interactions entre opérations. Ces opérations doivent aussi permettre d'assurer des ressources financières indispensables et le maintien d'activités plus fondamentales, car cette complémentarité est indispensable à la fois au développement de la connaissance et à l'épanouissement des EC.



## 4 • Analyse thème par thème

### Équipe 1

Modélisation théorique et numérique des structures et des systèmes

Nom du responsable :

M. Laurent GALLIMARD

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	10	9	8
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	10	9	8

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	5	
Thèses soutenues		
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le bilan des EC issu de cette opération affiche une production scientifique de plus de 40 publications de rang A avec un taux moyen de 1,9 publications par ETP et par an, complétée par des communications (ACTI + ACTN). Il est à noter que le nombre de RICL est en progression constante et régulière au fil des 4 ans. Le nombre de doctorants est constant au fil des années avec en moyenne une à deux soutenances annuelles.

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

Suite à des évolutions internes au sein du laboratoire, une opération de recherche intitulée « Modélisation théorique et numérique des structures et des systèmes » a été créée, focalisée plus particulièrement sur la modélisation numérique des structures hétérogènes sous chargement complexe. Cette opération est issue de l'ancienne équipe Mécanique des Structures et des Systèmes Hétérogènes (MS2H).

L'opération regroupe un effectif de 10 EC (3 PR et 7 MCF) dont 4 sont titulaires d'une HDR. Elle est complétée par un effectif de 5 doctorants. Les EC sont tous rattachés à la 60ème section du CNU.

L'objectif est de développer des modèles numériques de taille raisonnable conduisant à des résultats proches du modèle de référence choisi à travers différentes approches : utilisation des méthodes de réduction de modèles pertinentes et mesures de la qualité des modèles numériques développés. Ces simulations permettant de résoudre des problèmes non linéaires sont appliquées à des études piézoélectriques, à des calculs de structures composites sous chargements complexes, à des structures de génie civil de tailles importantes, ou encore à la modélisation des systèmes complexes.

Les originalités résident dans le choix de thématiques de recherche ciblées, porteuses et innovantes et en parfaite adéquation avec le pôle de compétitivité ASTECH.

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

Des études innovantes sur les matériaux et structures intelligentes pour l'électromagnétisme et des études de la vulnérabilité sismique de l'habitat en bois sont en cours respectivement avec un projet FUI et une ANR. Une thèse CEA et une thèse AREVA sont également en cours.

Les personnes participant à ce sous-thème bénéficient d'une reconnaissance nationale et internationale avec de nombreux échanges avec des universités étrangères, dont le Politecnico di Torino et la Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Ces collaborations donnent lieu à des thèses en cotutelle.

Le laboratoire est co-responsable du Collège Doctoral « Systèmes intelligents en calcul de structure multi-physique » qui a été habilité par l'Université Franco-Allemande en septembre 2009. Cette habilitation a été étendue à l'Université de Dresde pour la période 2012-2014. Des développements technologiques ont été réalisés grâce au projet FUI MSIE labélisé par le pôle de compétitivité ASTECH impliquant 9 partenaires, terminé en décembre 2011.

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

La vie de l'opération de recherche est calquée sur le fonctionnement du laboratoire. Des rencontres entre chercheurs sont organisées à travers des :

- Séminaires : 2 jeudis/mois (ouverts aux étudiants de M2 Master Mécanique des structures et applications aux matériaux composites et innovants, Mécanique des structures et applications aux matériaux composites et innovants, Energétique et Matériaux) ;

- Journées scientifiques (en dehors du laboratoire) sous la forme de présentations et discussions scientifiques sur des sujets transversaux et inter-opérations (octobre 2010 et juillet 2012).

Les thèses et les publications sont disponibles dans la bibliothèque commune du laboratoire. Le blog de la bibliothèque permet d'informer sur les activités des membres du laboratoire.



Les locaux de recherche actuels ne sont pas adaptés aux activités de recherche (manque de place, locaux vétustes, éclatement local des activités). Ce problème ne pourra être résolu qu'avec la construction d'un bâtiment neuf dédié à la recherche pour l'ensemble du laboratoire (Troisième tranche prévue dans le CPER 09-13).

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

L'opération possède des membres fortement impliqués dans l'organisation de l'enseignement (Responsabilité Licence MIA et Master, Enseignements en IUT et Université Paris Ouest).

L'École Doctorale n°139 "Connaissance, langage, modélisation" étant pluridisciplinaire par nature, ne permet pas d'apporter tout le potentiel de formations nécessaires aux doctorants sur les thématiques relatives aux axes de recherche de l'opération.

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

L'opération « Modélisation théorique et numérique des structures et des systèmes » se consacre à la modélisation numérique des structures hétérogènes sous chargement complexe.

Une action plus volontaire en direction des projets ANR, européens ou FUI est souhaitable afin que les thèmes de recherche plus amont puissent trouver une voie d'épanouissement indépendante des aspects projets et contrats.

### Conclusion

Le regroupement de différents EC en deux thématiques principales (structures et systèmes) est bien justifié et cohérent. Les EC participent aussi aux thématiques de recherche transversales en collaboration avec les autres opérations de recherche du laboratoire.

#### ▪ *Points forts :*

- Les EC sont publiants et possèdent une dynamique positive de publication avec un nombre croissant de RICL sur les quatre dernières années.
- Encadrement de plusieurs thèses en collaboration industrielle et cotutelle.
- Développements de thématiques de niches, ciblées et innovantes.

#### ▪ *Points faibles :*

- Pas de projet européen et plus de projet FUI, 1 seul projet ANR financé.
- Dispersion des EC sur plusieurs bâtiments.
- Nombre réduit des EC ayant la PES.

#### ▪ *Recommandations :*

- Mettre en place une démarche qualité au sein de l'opération, et plus généralement au sein du laboratoire.
- Dynamiser les projets transversaux avec les autres opérations de recherche du laboratoire (matériaux, métrologie thermique, électromagnétisme, rayonnement).
- Diminuer au mieux les charges d'enseignement ou administratives afin que celles-ci ne viennent pas entraver les activités de recherche.
- Effectuer un bilan en début de 2ème année de thèse en présence du directeur du laboratoire, d'un membre de la direction de l'École doctorale, des encadrants et du doctorant afin de réorienter éventuellement la thèse en cas de problème et limiter ainsi le risque de dépassement de la durée de thèse au-delà de trois ans.



## Équipe 2

Méta-matériaux pour les micro-ondes et l'optique

Nom du responsable :

M<sup>me</sup> Habiba OUSLIMANI

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	<b>9</b>	
Thèses soutenues		
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	<b>2</b>	



## • Appréciations détaillées

L'objectif de l'équipe est de développer des compétences dans le domaine de la modélisation de matériaux complexes utilisés en micro-ondes et en optique ainsi que dans la conception de nouvelles générations d'antennes compactes, multifonctions, ultra-directives à faible encombrement, de filtres d'ondes de surface large bande, de duplexeurs à surface sélective en fréquence et des structures absorbantes très fines à base de méta-matériaux.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifique

Le projet de recherche lié à cette opération tourne autour de l'élaboration d'une nouvelle génération de méta-matériaux à permittivité négative, perméabilité négative (magnétisme artificiel) et à gradient.

Cette opération a pour objectif de définir, concevoir et développer de nouveaux méta-matériaux d'antennes basses fréquences de petites dimensions intégrables et de structures antennaires multifonctions.

Les activités abordées sont :

- Antennes ;
- Caractérisation de matériaux et structures passifs ou actifs et des fonctions réalisables ;
- Ouverture sur la modélisation électromagnétique et l'analyse du rayonnement de systèmes complexes et interactions ondes électromagnétiques avec les milieux vivants.

Le bilan des EC issus de cette opération affiche une production scientifique de 14 articles de revues, 31 conférences internationales à comité de lecture et de sélection, 1 brevet, 4 ouvrages et chapitre d'ouvrage et 4 projets.

Il est à noter que le nombre de RICL est en progression constante et régulière au fil des 4 ans. Le nombre de doctorants est constant au fil des années avec en moyenne de deux à trois soutenances annuelles.

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

Cette opération est issue de l'ancienne équipe Ondes Matériaux et Systèmes (OMS).

L'opération de recherche intitulée « Méta-matériaux pour les micro-ondes et l'optique » a été créée suite à des évolutions internes au sein du laboratoire. Elle focalise des activités autour des méta-matériaux et de leur application aux domaines des télécommunications et l'optique.

L'opération regroupe un effectif de 3 EC (2 PR et 1 MCF). Elle est complétée par 5 doctorants. Les EC sont tous rattachés à la 63ième section du CNU.

Les originalités des travaux résident dans le choix de thématiques de recherche ciblées, porteuses et innovantes et de collaborations avec les partenaires des projets ayant des bases de mesure : en ondes millimétriques avec Thalès Communications, en basses fréquences avec Thalès Air Systems DEFENSE (Projets Optimum et CONRAHD), avec RFS Trignac pour les antennes planes 80 GHz (Projet ELHAN), et avec INEO DEFENSE et EADS pour les couplages et mesures d'antennes multifonctions du projet MSIE.

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

Des études sur les matériaux et structures intelligentes antennaires et sur les barrières électromagnétiques pour la réalisation des capteurs performants de plus en plus petits à des coûts raisonnables, sont en cours respectivement avec divers projets.

Les personnes contribuant à ce sous-thème bénéficient d'une reconnaissance nationale et internationale qui se traduit par de nombreux échanges : Espagne (Université Madrid Carlos III), Grande Bretagne (Université de Manchester), Chine (North Western NPU (Xi'an), l'Institut d'Electronique (Beijing) et Sichuan U (Chengdu) avec des collaborations et des thèses en cotutelle.





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

Les membres de cette opération sont fortement impliqués dans l'organisation de l'enseignement (Groupe de travail Emploi-Formation-Recherche du Pôle Aéronautique ASTECH, responsabilité Licence MIA et Master, enseignements en IUT et Université Paris Ouest), et de la recherche (Réseau d'excellence METAMORPHOSE sur l'étude des méta-matériaux, Académie Internationale d'Electromagnétisme du MIT, Présidence de la Section Française de l'Académie d'Électromagnétisme, participation aux Comités Scientifiques Nationaux et Internationaux, et à l'ANR).

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

Rappelons que l'objectif de cette opération est la conception et le développement de nouveaux méta-matériaux pour les antennes basses fréquences de petites dimensions intégrables et de structures antennaires multifonctions. Les domaines d'applications visés restent ceux satisfaisant aux demandes et aux besoins de l'aéronautique, des communications et de la sécurité. Ces dernières applications répondent à une attente forte du marché des communications civiles et militaires.

La thématique est clairement positionnée sur l'élaboration d'une nouvelle génération de méta-matériaux à permittivité négative, perméabilité négative et à gradient d'indice. Ce choix de positionnement a conféré à cette opération une très bonne attractivité industrielle qui s'est concrétisée par plusieurs projets structurants et partenariats industriels mais aussi par un nombre conséquent d'études menées avec de grands groupes (INEO Defense Suez, EADS, Dassault Aviation, Alcatel Lucent, UMS, Thalès Com, Thalès air Systems, Elvia, Egide, RFS). Par contre, une action plus volontariste en direction des projets ANR, européens ou FUI est souhaitable afin que les thèmes de recherches plus amont puissent trouver une voie d'épanouissement indépendante des aspects projets.

## Conclusion :

Le regroupement de différents EC est bien justifié et cohérent. Les EC participent aussi à des thématiques de recherche transversales en collaboration avec les autres opérations de recherche du laboratoire.

### ▪ *Points forts :*

- Participation à plusieurs projets des pôles de compétitivité : DGA-MRIS, pôles de compétitivité SYSTEMATIC et ASTECH.
- Partenariat industriel : INEO Defense, Suez, EADS, Dassault Aviation, Alcatel Lucent, UMS, Thalès Com, Thalès air Systems, Elvia, Egide, RFS.
- Partenariat universitaire : ESPCI, Supelec, Université Paris Sud (IEF), Université Madrid Carlos III, Université de Manchester (Grande Bretagne), U-Paris 13 et Universités en Chine comme North Western NPU de Xi'an, l'Institut d'Electronique (Beijing), Sichuan U (Chengdu).
- Encadrement de plusieurs thèses en collaborations industrielles et cotutelles.
- Développements de thématiques de niches, ciblées et innovantes.

### ▪ *Points faibles :*

- Pas de projets européens, FUI, ANR.
- Faible effectif de l'opération.
- Faible production scientifique mais les EC possèdent une dynamique positive de publication pour les années à venir.



▪ *Recommandations :*

- Dynamiser les projets transversaux avec les autres opérations de recherche.
- Dynamiser la production scientifique pour augmenter le nombre de publications de rang A.
- Diminuer au mieux les charges d'enseignement ou administratives afin que celles-ci ne viennent pas entraver les activités de recherche.
- Favoriser la participation de Maîtres de Conférences à l'encadrement de thèse.



## Équipe n° 3

Rayonnement thermique : aspects fondamentaux et applications

Nom du responsable :

M. Philippe HERVE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	<b>13</b>	
Thèses soutenues	<b>8</b>	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	<b>1</b>	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	<b>2</b>	<b>1</b>



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'axe scientifique de cette opération est centré sur la détermination des lois physiques régissant les propriétés thermo-optiques des solides, des liquides et des gaz et les applications aux transferts thermiques et aux problèmes de mesure des températures dans ces milieux mono ou poly-phasiques.

L'opération a notamment développé des techniques et mis en œuvre des moyens spécifiques originaux permettant la détermination des profils de températures et de concentrations d'espèces dans des gaz à haute température (dépôts de 2 brevets), la détermination simultanée de température et d'émissivité de solides.

Les compétences de l'opération ont permis avec le soutien d'organismes étatiques et académiques ainsi que d'industriels français et européens (DGA, ESA, TOTAL, MBDA, ASTRIUM, ONERA, IRSN, CEA, CNRS entre autres) de financer des matériels spécifiques ainsi que des bourses de thèse.

La production scientifique de l'opération en nombre de publications de rang A est très satisfaisante. Le bilan des EC issu de cette opération affiche une production scientifique de plus de 17 publications de rang A (ACL) et 18 ACTI. Le taux moyen de publications est de 1,6 ACL/ETP/an et 1,7 ACTI/ETP/an. On notera également le dépôt de 2 brevets dont un au niveau européen.

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

Cette opération est issue de l'ancienne équipe Énergétique et Matériaux (EM). Elle est composée de 4 EC (1 PR, 1 MCF HDR et 2 MCF) pour un équivalent temps plein EQTP = 2,68. La section CNU représentée est la 62<sup>ème</sup> (Énergétique et Génie des Procédés). L'effectif est de 13 doctorants (8 thèses soutenues).

Les objectifs scientifiques de l'opération concernent la compréhension de la physique du rayonnement thermique dans les solides, les gaz, les particules et aérosols, et en thermomécanique. Les recherches permettent d'aborder les très hautes températures jusqu'à 3500 K, les pressions jusqu'à 100 bar (gaz).

Un fait marquant concerne le programme DGA-REI-CELEP sur la caractérisation d'un écoulement gazeux. L'opération est en phase de lever le verrou de la détermination sans contact d'un champ de température gaz, des concentrations et des vitesses des particules.

L'expertise scientifique des membres de l'opération permet :

- le pilotage de programmes de recherche (Responsabilité du programme REI CELEP, Programme DGA) et la responsabilité scientifique de nombreux contrats et conventions avec des organismes étatiques et industriels ;
- la présence au Comité scientifique du congrès CMOI « Contrôle et Mesures Optique dans l'Industrie » ;
- la responsabilité depuis 1997 du traité de physique des Techniques de l'Ingénieur.

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

La spécificité de l'opération porte d'une part sur sa pluridisciplinarité qui rassemble les connaissances en transferts thermiques (rayonnement, conduction et convection) et celles en optique physique en lien avec la mécanique.

L'opération a une forte activité expérimentale sur un domaine de longueurs d'onde particulièrement large (de l'UV aux TéraHz) et avec des temps de mesure pouvant atteindre les picosecondes dans un domaine de températures allant de 10 K à 3500 K.

Le partenariat industriel fort concerne des leaders dans le domaine de l'aviation, du spatial, des moteurs (SNECMA, EADS, MBDA), du nucléaire (CEA), de l'énergie (GDF SUEZ, TOTAL), de l'automobile (FAURECIA). La durée de ce partenariat est notable dans certains cas (supérieur à 20 ans par exemple dans le domaine aérospatial).



Plusieurs partenariats académiques forts ont été établis se concrétisant par des publications communes, échanges de matériels, utilisation de plateformes communes :

- Métrologie haute température dans les gaz : (FEMTO à Belfort par exemple, depuis plus de dix ans) ;
- Céramiques hautes températures : Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris (ENSCP).

Les activités liées aux mesures de températures et à la qualité des gaz (moyens et techniques d'essais) sont utilisées dans le domaine des sciences de la Vie et de la Terre : vulcanologie (température des laves et études des gaz), respiration et souffle (thermographie IR).

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

La vie de l'équipe (conseils) est calquée sur le fonctionnement du laboratoire.

Comme on l'a vu précédemment, des rencontres entre chercheurs sont organisées au niveau du laboratoire à travers des séminaires et journées scientifiques.

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

L'opération possède des membres fortement impliqués dans l'organisation de l'enseignement (Direction de l'IUT de Ville d'Avray (à compter du 1er janvier 2013), responsabilité de la Licence MIA (Mathématiques, Informatique et Applications : domaine Sciences), enseignements en IUT (Département GTE), Univ. Paris Ouest (Licence MIA parcours Physique et parcours Mécanique Energétique Electronique, Master Energétique et Matériaux, Ecole d'ingénieurs CEFIPA)).

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

L'opération « Rayonnement thermique : aspects fondamentaux et applications » se consacre à la détermination des lois physiques régissant les propriétés thermo-optiques des solides, des liquides et des gaz et aux applications aux transferts thermiques et aux problèmes de mesure des températures dans ces milieux mono ou poly-phasiques.

Le projet dans les années à venir vise à se concentrer de manière cohérente sur les 4 objectifs suivants :

- Propriétés fondamentales du rayonnement.
- Mesure des températures des solides et des liquides.
- Détermination des champs de température et de concentration des effluents gazeux contenant ou non des particules.
- Thermomécanique.

La très grande richesse en matière de partenariats industriels permet à l'opération de travailler sur des domaines scientifiques pertinents (aérospatial, automobile, nucléaire entre autres). Les enjeux sociétaux sur lesquels s'est positionnée l'opération concernent l'environnement (efficacité énergétique, mesure de hautes températures, concentration d'effluents polluants, sécurité civile et industrielle).

L'ouverture vers les sciences du Vivant et de la Terre sera une opportunité pour étendre l'expertise de l'opération. Une action plus volontariste en direction des projets ANR, européen ou FUI est là également souhaitable afin que les thèmes de recherches plus amont puissent trouver une voie d'épanouissement indépendante des aspects projets et contrats.



## Conclusion :

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

- Thématique à fort potentiel capable de mener des études fondamentales et appliquées.
- Bonne participation des HDR et MCF aux encadrements de thèses.
- Partenariat académique important au niveau national (CNRS, FEMTO, INRIA, LERMPS, LMS) et international : POLIMI (Italie), Cavendish Lab. (Angleterre), Univ. Pekin (Chine).
- Nombre important de contrats de recherche, industriels notamment, qui permet d'apporter des moyens financiers et matériels conséquents (MBDA, CEA, CNES, TOTAL, GDF Suez, Saint Gobain, Faurecia, ESA, SNECMA, ...).
- Fort taux d'embauche des doctorants à l'issue de la thèse (voire même avant la fin de la thèse) consécutif aux contrats de recherches industriels.
- Trois brevets ont été déposés par l'opération sur la période.
- Ouverture et transfert du savoir (méthodes et résultats) vers les sciences de la Vie (respiration) et de la Terre (vulcanologie).

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

- Un EC sera placé en situation de mise à la retraite au 31 août 2013. Il faudra veiller à ce que le poste ne soit pas perdu à l'avenir afin de garantir le maintien de l'activité scientifique de l'opération au moins à un niveau équivalent.
- D'autre part, un second EC a pris la responsabilité de la direction de l'IUT de Ville d'Avray au 1er janvier 2013. Son implication en recherche risque de baisser significativement au cours du prochain quinquennal.
- Le nombre important de contrats de recherche industriels ne permet pas toujours de garantir la durée des thèses en trois ans.
- Pas de projet de type ANR.
- Les personnels techniques (de type IE ou Tech) et administratifs sont en nombre insuffisant pour garantir le bon fonctionnement de l'opération (et du laboratoire).

### ▪ *Recommandations :*

- Veiller au maintien de la thématique de recherche et de la production scientifique de l'opération par le recrutement d'un EC suite au départ à la retraite programmé en 2013 d'un EC. Une transition pourrait être établie à travers la possibilité d'un éméritat dans un premier temps.
- Dynamiser les projets transversaux avec les autres opérations de recherche du laboratoire.
- Diminuer au mieux les charges d'enseignement ou administratives afin que celles-ci ne viennent pas entraver les activités de recherche.
- Effectuer un bilan en début de 2ème année de thèse en présence du directeur du laboratoire, d'un membre de la direction de l'École doctorale, des encadrants et du doctorant afin de réorienter éventuellement la thèse en cas de problème et limiter ainsi le risque de dépassement de la durée de thèse au-delà de trois ans.

**Equipe 4 :**

Exergie multi-échelles et systèmes énergétiques pour un développement durable

Nom du responsable :

M. Diogo QUEIROS CONDE

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	<b>4</b>	
Thèses soutenues	<b>1</b>	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	<b>1</b>	
Nombre d'HDR soutenues	<b>1</b>	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	<b>1</b>	



## • Appréciations détaillées

Les objectifs scientifiques de l'opération sont au nombre de trois. Ils relèvent chacun d'une échelle spécifique d'analyse : (i) l'échelle des phénomènes avec le développement d'une thermodynamique fondée sur une dynamique trans-échelles qui a trouvé des applications pertinentes dans le domaine de la turbulence, de l'astrophysique, des sprays, des réseaux constructifs (réseaux optimisés pour la distribution de matière et d'énergie par une minimisation ou équipartition de la production d'entropie) et des systèmes quantiques ; (ii) l'échelle des machines thermiques et des systèmes énergétiques où l'exergie permet d'analyser et d'optimiser des machines existantes ou en phase de projet ; (iii) les échelles urbaines, nationales et globales auxquelles se réfèrent une discipline émergente dite « socio-énergie » et une économie et géopolitique des énergies qu'il est possible d'étudier avec le concept d'exergie multi-échelles (exergoéconomie).

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'opération « Exergie multi-échelles et systèmes énergétiques pour un développement durable » développe des méthodes de représentation, d'analyse et d'optimisation fondées sur le concept d'exergie, des méthodes qui accompagnent une mise en avant de systèmes énergétiques et des technologies relevant d'un développement prenant en compte les impacts sur l'environnement.

L'apport scientifique principal de cette opération concerne un domaine relevant de la physique fondamentale : les dynamiques multi-échelles avec l'introduction de la notion nouvelle de diffusivité d'échelle. La convergence de domaines axés sur les systèmes énergétiques et l'échelle des phénomènes permet de développer des outils originaux de représentation simple et pédagogique des bilans exergétiques des systèmes. Le tout est fondé sur une théorie multi-échelles de la thermodynamique des systèmes ouverts qui permettra une représentation graphique de la production d'entropie d'un système.

La production scientifique de l'opération en nombre de publications de rang A est très satisfaisante. Le bilan des EC issu de cette opération affiche une production scientifique de plus de 12 publications de rang A (ACL) et 10 ACTI. Le taux moyen de publications est de 2,24 ACL/ETP/an et 1,86 ACTI/ETP/an. On notera également la publication d'un ouvrage (D. Queiros-Conde and M. Feidt, *Constructal Theory and Multiscale Geometries*, Les presses de l'Ensta, 2010) et l'organisation d'un colloque international (Exergy, 17 juin 2011, Nanterre).

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

Cette opération est issue de l'ancienne équipe Énergétique et Matériaux (EM). Elle est composée de 2 EC (1 PR, 1 MCF HDR) pour un équivalent temps plein EQTP = 1,34. La section CNU représentée est la 62<sup>ème</sup> (Énergétique et Génie des Procédés). L'effectif est de 4 doctorants (1 thèse soutenue).

L'exergie utilisée comme outil d'optimisation technico-économique s'impose petit à petit et de manière efficace dans tous les secteurs de l'industrie. La France est encore en retrait par rapport à la Suisse par exemple, mais les membres de l'opération sont en passe d'imposer cet outil dans les années à venir notamment à travers la notion de diffusivité d'échelle. L'économie fait apparaître un lien avec l'exergie dont certains modèles peuvent être adaptés (relations avec A. Sinha de l'Institut for New Economy Thinking, Mumbai University, India).

L'expertise scientifique de membres de l'opération permet :

- Le pilotage d'un programme de recherche industriel MICST (Schneider-Electric/ADEME) sur la motorisation Stirling et la responsabilité du contrat MICROSOL (conception de MICRO-centrale Solaire thermodynamique) ;

- L'organisation de manifestations :

- o La responsabilité depuis 1997 du traité de physique des Techniques de l'Ingénieur ;

- o Journée EXERGIE du 20 mars 2008 : Structuration et optimisation des systèmes ;

- o Colloque international du 11 juin 2009 : Constructal theory and multi-scale geometries ;

- o Journée de Formation sur l'EXERGIE : 16 juin 2011, IUT Ville d'Avray ;





o Colloque international (avec L. Grosu): « L'EXERGIE, de l'énergie à l'écologie : un outil d'analyse et de décision pour un Développement Durable ». Plus de 150 personnes présentes. L'ensemble des présentations sont sur le Site Web « Exergy systemics » du LEME ;

- La participation à des expertises de programmes scientifiques (ANR) et d'articles scientifiques ;

- Des collaborations scientifiques internationales : Université de Sheffield (UK), Duke University (USA), Université de Bucarest (RO).

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

Les effectifs de l'opération étant faibles, le nombre de contrats industriels n'est pas important. Néanmoins, il faudra veiller à maintenir un certain niveau de contrats, afin d'apporter des financements susceptibles de garantir l'activité de recherche sur la durée du prochain contrat quinquennal.

Les relations avec des partenaires académiques nationaux (Univ. de Lorraine, Rouen, Orléans, Paris 7, ENSTA) et internationaux (Univ. Duke (USA), Bucarest (RO)) ont permis la rédaction de publications communes.

Le projet européen WALLTURB qui regroupait 16 partenaires européens (dont EADS et DASSAULT) initié par un EC avant son arrivée au LEME devrait permettre d'impulser la recherche partenariale.

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

Les membres de l'opération sont impliqués dans l'organisation de l'enseignement (Direction des études licence Professionnelle Management et Gestion des Bâtis (Sept. 2006 - Sept. 2011)) et de la recherche (direction-adjointe (depuis octobre 2011) du LEME, participation à des réseaux nationaux (micro-génération) et divers conseils et sociétés savantes (SFT)).

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

L'opération « Exergie multi-échelles et systèmes énergétiques pour un développement durable » consacre son projet de recherche à la thermodynamique (exergie) tant du point de vue fondamental qu'applicatif à travers trois objectifs :

- Thermodynamique trans-échelles et analogies pour une représentation simplifiée des bilans entropiques et exergétiques ;

- Exergie pour l'analyse, le développement et l'optimisation des systèmes énergétiques à faible impact environnemental ;

- Exergie, économie, socio-énergie et géopolitiques énergétiques.

Les enjeux sociétaux sur lesquels s'est positionnée l'opération concernent l'environnement, l'efficacité énergétique, les systèmes thermiques et les procédés thermodynamiques (hybridation, machines Stirling, échangeurs, théorie de l'informationnarité, optimisation exergétique) mais également l'économie (relations avec A. Sinha de l'Institut for New Economy Thinking, Mumbai University, India).

Les partenariats académiques ont permis d'établir une visibilité de la thématique scientifique au niveau national. Ceci pourrait être accentué par l'organisation d'une Journée spécifique au sein de la Société Française de Thermique mais également de manière plus transversale avec d'autres sociétés savantes (Association Française de Mécanique, Société Française de Génie des Procédés). Une action au niveau européen serait l'étape suivante.

Les relations initiées et les premiers travaux menés avec les industriels tels que Schneider Electric, GDF Suez, Stiral, SAED devraient permettre à l'opération d'augmenter son action dans le domaine de l'efficacité énergétique des systèmes au cours du prochain contrat quinquennal.

Une action plus volontariste en direction des projets ANR, européen ou FUI est là aussi souhaitable afin que les thèmes de recherches plus amont puissent trouver une voie d'épanouissement indépendante des aspects projets et contrats.



## Conclusion :

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

- Les travaux menés sur l'exergie permettront de lever des verrous scientifiques dans le domaine de l'optimisation énergétique et exergétique des procédés et systèmes industriels (thermiques, mécaniques).
- Bonne participation des 2 EC (PR et MCF HDR) aux encadrements de thèses.
- Partenariat académique important au niveau national et à confirmer au niveau international (Inde, USA).
- Ouverture vers d'autres domaines via des analogies entre exergie et l'économie, la mécanique (détection de fractures).

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

- L'opération ne concernant que deux EC, il y a un risque certain de sous-effectif. Il faut donc augmenter les liens avec les autres opérations du laboratoire.

### ▪ *Recommandations :*

- Dynamiser les projets transversaux avec les autres opérations de recherche du laboratoire (matériaux, métrologie thermique, rayonnement).
- Diminuer au mieux les charges d'enseignement ou administratives afin que celles-ci ne viennent pas entraver les activités de recherche.



**Equipe 5 :** Couplage thermomécanique et endommagement des matériaux

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Danièle WAGNER

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	9	8	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés			
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	9	9	6

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	5	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	



## • Appréciations détaillées

L'objectif scientifique de l'opération « Couplage thermomécanique et endommagement des matériaux » porte sur la réponse des matériaux à différentes natures de sollicitation (mécanique, thermique, ...) et plus particulièrement sur la notion d'endommagement.

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'étude des mécanismes d'endommagement à très grand nombre de cycles (oligocyclique et gigacyclique) constitue un des points forts des activités menées au sein de l'équipe. Les problèmes d'échauffement qui apparaissent dans les métaux lors d'une sollicitation oligocyclique ont été investigués grâce à une approche expérimentale originale basée sur une complémentarité entre une analyse des champs mécaniques par voie photomécanique couplée à des mesures de champs thermiques (caméra infrarouge).

Sur la période 2009-2012, cette opération présente un bilan de production scientifique comprenant 7 ouvrages, 23 publications ACL et 25 articles présentés dans des congrès internationaux. Une bonne partie de la production scientifique est publiée dans des revues à facteur d'impact très correct, ce qui atteste une qualité très satisfaisante.

La démarche de recherche s'appuie également sur des partenariats avec différents industriels (AREVA, PSA, SAFRAN,..) ainsi que sur des collaborations académiques nationales et internationales.

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

Un certain nombre de publications sont cosignées avec au moins un chercheur étranger et une thèse en cotutelle avec l'université de Moscou témoigne de la réalité des relations avec des laboratoires internationaux.

Une collaboration étroite avec l'ONERA sur la modélisation du comportement des pièces sollicitées en fatigue oligocyclique et mégacyclique montre une capacité de l'opération à s'associer avec des partenaires privilégiés.

Les différentes coopérations industrielles et académiques se sont concrétisées par un certain nombre de contrats industriels (Cifre par exemple) mais le nombre de réponses à des projets de l'Europe, de l'ANR ou encore du FUI reste perfectibles (ANR blanche, ANR DISFAT).

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

La vie de l'équipe (conseils) est calquée sur le fonctionnement du laboratoire.

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

Le projet est décliné en trois objectifs qui portent essentiellement sur la continuité de l'étude des mécanismes d'endommagement et sur les aspects thermiques (modélisation, couplage thermomécanique, mesure des propriétés de conduction thermique). Ce projet permet de poursuivre les interactions et la synergie aussi bien au sein de l'opération mais aussi avec les autres opérations du laboratoire.

Les verrous scientifiques sont bien identifiés et sont en adéquation avec les moyens et les compétences. Toutefois, la réussite de certains objectifs à caractère expérimental est conditionnée par l'achat de certains équipements et une gestion structurante du parc d'équipements.

### Conclusion

L'opération « Couplage thermomécanique et endommagement des matériaux » a une production scientifique très correcte et une reconnaissance aux échelles nationales et internationales. Ces activités sur le thème de la fatigue oligocyclique et mégacyclique sont bien identifiées dans la communauté mécanicienne.



▪ *Points forts*

- Taux de publication dans des journaux à fort impact.
- Partenariats académiques importants au niveau national et à confirmer au niveau international (Chine, USA et Argentine).
- Mise en place de plusieurs collaborations industrielles soutenues et durables.
- Encadrement de plusieurs thèses en collaborations industrielles et cotutelles.
- Mise en place d'une synergie autour de la modélisation du comportement thermique des matériaux soumis à des sollicitations thermomécaniques qui englobe des compétences issues de thermiciens et mécaniciens.
- Personnel technique (de type IE ou Tech) et administratif en nombre insuffisant pour garantir le bon fonctionnement de l'opération et du laboratoire.

▪ *Points faibles*

- Une participation plus importante dans le montage de projets ANR ou européens.
- Une gestion plus efficace du parc machines (renouvellement de matériel, achat d'équipement).
- Fortes implications des EC dans l'enseignement et dans diverses tâches administratives qui peuvent nuire au temps consacré à la recherche et à l'encadrement doctoral

▪ *Recommandations*

- Consolider le recrutement de personnels IATOS (technicien ou IR) pour améliorer la gestion du parc machines et capitaliser l'expérience.
- Favoriser le rapprochement des EC et IATOS sur un site unique.
- Mise en place d'une démarche qualité au sein de l'opération (et du laboratoire).
- Dynamiser les projets transversaux avec les autres opérations de recherche du laboratoire (matériaux, métrologie thermique, rayonnement).
- Diminuer au mieux les charges d'enseignement ou administratives afin que celles-ci ne viennent pas entraver les activités de recherche.
- Effectuer un bilan en début de 2ème année de thèse en présence du directeur du laboratoire, d'un membre de la direction de l'École doctorale, des encadrants et du doctorant afin de réorienter éventuellement la thèse en cas de problème et limiter ainsi le risque de dépassement de la durée de thèse au-delà de trois ans.



## 5 • Déroulement de la visite

### Date de la visite

Début : Mardi 16 avril 2013 à 10h

Fin : Mardi 16 avril 2013 à 17h

### Lieu de la visite :

Institution : Université Paris Ouest - Nanterre

Adresse : 50 rue de Sèvres 92410 Ville d'Avray

### Locaux spécifiques visités :

Des visites des laboratoires des différentes opérations du LEME ont été effectuées sur le lieu. Les présentations de chaque opération ont permis de bien éclaircir certains points du dossier déposé.

Le LEME possède de nombreux moyens expérimentaux très diversifiés :

- banc optique de mesures des propriétés radiatives des solides, des gaz et des liquides ;
- plate-forme d'essais de fatigue ;
- banc de caractérisation de structures méta-matériaux, solides et composites ;
- moteurs Stirling ;
- autres moyens : spectrométrie, caméras et détecteur, capteurs solaires.

### Déroulement ou programme de visite :

L'évaluation du laboratoire LEME a été conduite d'une part à partir des documents fournis par la laboratoire et, d'autre part, par la visite le 16 avril 2013. La matinée a été consacrée à la visite des installations des différentes opérations de recherche. Un exposé du projet et du bilan des activités du laboratoire a dans un premier temps été dressé par son directeur avant qu'un bilan plus détaillé ne soit fait par les responsables des 5 opérations. Les présentations ont permis de bien éclaircir certains points du dossier déposé. Des discussions avec les représentants du LEME puis avec les différentes catégories de personnel (enseignants-chercheurs et doctorants) ont été organisées l'après midi.



## 6 • Statistiques par domaine : ST au 10/06/2013

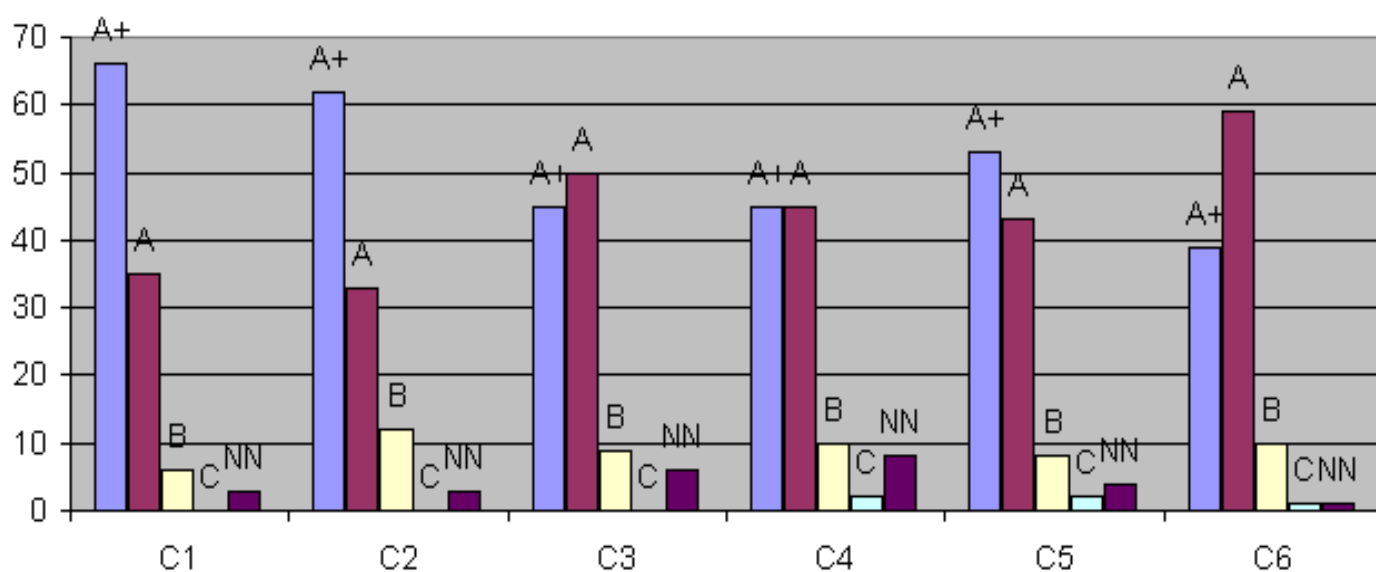
Notes

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	66	62	45	45	53	39
A	35	33	50	45	43	59
B	6	12	9	10	8	10
C	0	0	0	2	2	1
Non Noté	3	3	6	8	4	1

Pourcentages

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	60%	56%	41%	41%	48%	35%
A	32%	30%	45%	41%	39%	54%
B	5%	11%	8%	9%	7%	9%
C	0%	0%	0%	2%	2%	1%
Non Noté	3%	3%	5%	7%	4%	1%

Domaine ST - Répartition des notes par critère





## 7 • Observations générales des tutelles





## Réponse au rapport AERES

Laboratoire Energétique Mécanique Electromagnétisme

LEME - EA 4416

Olivier Polit

15 juillet 2013

---

*référence du rapport : D2014-EV-0921204J-S2PUR140007134-004373-RT*

---

Les membres du LEME tiennent tout d'abord à remercier les membres du comité de visite pour le temps qu'ils ont consacré à notre UR et les échanges et discussions qui ont eu lieu lors de cette visite. Le LEME veut apporter quelques remarques et préciser certaines informations fournies dans le rapport cité en référence.

**Comité de visite** le LEME a regretté l'absence de membres de la 63<sup>ième</sup> section dans le comité car 3 EC du LEME relèvent de cette section CNU.

**Administratif** le LEME est bien situé sur le site de Ville d'Avray mais n'est pas "au sein" de l'IUT de Ville d'Avray ; sur ce site, il y a l'IUT et l'UFR SITEC et le LEME est rattaché administrativement à l'UFR.

**Effectifs** à la date du 30/06/2012, le LEME se composait de 21 EC, dont 1 Professeur Emérite (PREM), 8 Professeurs des Universités (PR), 12 Maîtres de Conférences (MCF) dont 3 HDR. A la date du 01/01/2014, nous serons 24 EC : 3 PREM, 8 PR, 13 MCF. Cela s'explique par le départ à la retraite de 2 PR dont la demande d'éméritat a été acceptée par le CS de l'université, aux recrutements de 2 nouveaux PR et d'un nouveau MCF.

**Section CNU** à la date du 01/01/2014, la composition du LEME au niveau section CNU sera donc : douze 60<sup>ième</sup>, un 61<sup>ième</sup>, sept 62<sup>ième</sup> et quatre 63<sup>ième</sup>.

**Projets ANR-FUI-FP7** le LEME a participé à 10 projets ANR durant la période 09/13, avec un taux de réussite trop faible (2/10), en regard de l'investissement en temps que cela demande. En utilisant le réseau existant à l'international, le LEME a donc décidé de s'engager dans des projets FP7 en 2012 et sur 3 projets déposés, 2 ont été acceptés. Il semble donc que le choix fait en 2012 fût très pertinent. Sur la durée du contrat 09/13, nous avons par ailleurs obtenu 2 programmes REI, 2 programmes FUI et de très nombreux contrats de recherche. En regard de l'effectif du LEME, il me semble que cela relève plutôt de la performance.

**Charges administratives** nous partageons le point de vue du comité de visite sur l'objectif de diminution des charges administratives supportées par les EC afin de libérer du temps pour la recherche. La solution est connue et consiste à renforcer la structure administrative mais UPO est déjà déficitaire et ce n'est clairement pas à l'ordre du jour. Le technicien du LEME est actuellement financé sur ressources propres.

**Structuration du LEME** la nouvelle organisation en Opérations de Recherche (OR) augmente la lisibilité et simplifie le fonctionnement de l'UR, mais ce ne sont pas les OR qui vont interagir mais les EC afin de faire émerger de nouvelles OR à l'interface des disciplines.

O. Polit  
Directeur du LEME