



**HAL**  
open science

## LUSAC - Laboratoire universitaire des sciences appliquées de Cherbourg

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LUSAC - Laboratoire universitaire des sciences appliquées de Cherbourg. 2016, Université de Caen Normandie - UNICAEN. hceres-02034909

**HAL Id: hceres-02034909**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034909v1>**

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.

# HCERES

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

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :

Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de  
Cherbourg

LUSAC

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Université de Caen Basse-Normandie - UCBN

# HCERES

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

Entités de recherche

*Pour le HCERES,<sup>1</sup>*

Michel COSNARD, président

*Au nom du comité d'experts,<sup>2</sup>*

Najib LARAQI, président du comité

---

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

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

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

## Rapport d'évaluation

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

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

Nom de l'unité : Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg

Acronyme de l'unité : LUSAC

Label demandé : renouvellement

N° actuel : EA 4235

Nom du directeur  
(2015-2016) : M. Hamid GUALOUS

Nom du porteur de projet  
(2017-2021) : M. Hamid GUALOUS

## Membres du comité d'experts

Président : M. Najib LARAQI, Université Paris Ouest Nanterre Le Défense (représentant du CNU)

Experts : M. Laurent LEBRUN, INSA Lyon

M. Abdelatif OUAHSINE, Université Technologique de Compiègne-UTC

M. Xavier ROBOAM, INP Toulouse

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Christophe GOURDON

Représentant des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Daniel DELAHAYE, Université Caen Basse-Normandie

Directeur ou représentant de l'École Doctorale :

M. Frédéric JURIE, ED n° 181 « Structures Information Matières & Matériaux », SIMEM

## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le LUSAC a été créé en 1994 et a obtenu en 1998 le label d'Équipe d'Accueil EA 2607 en comptant à l'époque cinq groupes de recherche organisés en deux axes « Composants et Matériaux » et « Systèmes et Informations ».

En 2002-2006, l'unité s'est restructurée suite au départ d'enseignants-chercheurs, principalement de l'axe « Système et Informations », vers d'autres laboratoires. Le LUSAC a obtenu un nouveau label d'Équipe d'Accueil EA 4235. Il s'est alors organisé en trois groupes de recherche de taille semblable intitulés « Céramiques, Capteurs, Composants et Procédés », « Composants et Systèmes Électroniques » et « Mécanique des Fluides et Rhéologie ».

Au cours du précédent contrat quinquennal, le LUSAC avait affiché quatre thèmes : « Efficacité Énergétique et Transferts Interfaciaux », « Systèmes énergétiques électriques », « Transport et Échanges Environnementaux » et « Matériaux céramiques et composants ».

Une nouvelle restructuration est prévue pour le contrat à venir suite à des mouvements internes d'enseignants-chercheurs : 5 partants et 3 arrivants. La nouvelle structure proposée s'organise en trois thématiques : « Efficacité Énergétique et Transferts Thermiques », « Écoulements et Environnement » et « Stockage de l'énergie électrique et matériaux ».

Les enseignants-chercheurs du LUSAC sont répartis sur 2 sites d'enseignement : l'IUT à Saint-Lô, et l'IUT et l'École d'ingénieurs ESIX à Cherbourg.

### Équipe de direction

Directeur: M. Hamid GUALOUS

Directeur adjoint: M. David HOUVET

### Nomenclature HCERES :

ST5 (Sciences Pour l'Ingénieur, SPI)

### Domaine d'activité

Les activités du LUSAC couvrent quatre domaines principaux :

- efficacité énergétique et transferts thermiques ;
- stockage de l'énergie électrique ;
- fluide et Environnement ;
- matériaux.

## Effectifs de l'unité

<b>Composition de l'unité</b>	<b>Nombre au 30/06/2015</b>	<b>Nombre au 01/01/2017</b>
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	26	22
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, post-doctorants, etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	5	
N7 : Doctorants	17	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	<b>48</b>	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	

<b>Bilan de l'unité</b>	<b>Période du 01/01/2010 au 30/06/2015</b>
Thèses soutenues	15
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Introduction

Le LUSAC développe des recherches autour de quatre thématiques : (i) efficacité énergétique et transferts interfaciaux, (ii) stockage de l'énergie électrique, (iii) fluide et environnement et (iv) matériaux, qui seront réduites à trois pour le prochain contrat quinquennal, soit : (i) efficacité énergétique et transferts thermiques, (ii) stockage de l'énergie électrique et matériaux et (iii) fluide et environnement. Cette restructuration est liée à des départs (5) et arrivées (3) d'enseignants-chercheurs dans l'unité.

Le LUSAC s'est bien ancré dans le paysage régional. Il développe des recherches originales dans ses domaines d'expertise. Il a su subtilement tisser de nombreux partenariats industriels, notamment dans la région, qui ont permis non seulement de financer des thèses, mais aussi d'acquérir des équipements de très bon niveau.

Les recommandations du précédent rapport d'évaluation ont été très significativement suivies tant en termes de production scientifique que de formation de docteurs. Une véritable dynamique a été imprimée par la nouvelle direction et un effort important a été déployé par les animateurs des quatre thématiques.

### Avis global sur l'unité

Le LUSAC a connu une dynamique impressionnante durant ce dernier contrat quinquennal au regard de l'expertise de 2010. La nouvelle direction a su prendre en considération les remarques formulées par le comité AERES en 2010 en les amendant de façon plus que satisfaisante. La production scientifique a plus que quadruplé pour environ le même effectif (26 EC en 2015 contre 21 en 2010). Les journaux ciblés sont de très bon niveau. Le nombre de docteurs formés (15) est également nettement plus élevé tout en respectant les durées raisonnables des thèses (environ 39 mois). Le LUSAC a également une forte activité de valorisation de la recherche et de transfert de technologie. Il a su mettre en place des partenariats industriels et surtout les fidéliser. L'ensemble des enseignants-chercheurs est impliqué dans la vie du laboratoire et dans l'encadrement des jeunes chercheurs. On déplore que certains d'entre eux (environ 4) n'aient pas encore soutenu leur HDR.

Outre les partenariats industriels, le LUSAC participe à des programmes de recherche nationaux et européens, ce qui lui a permis également de mettre en place de nombreux partenariats académiques.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les points forts sont les suivants :

- thématiques de recherche originales avec un fort impact scientifique ;
- forte émulation au travers des nombreux projets et de nombreuses coopérations nationales et internationales ;
- véritable dynamique en termes de production scientifique tant en quantité qu'en qualité ;
- forte activité de valorisation de la recherche et de transfert de technologie ;
- formation de docteurs très satisfaisante avec le respect des durées moyennes des thèses.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles sont les suivants :

- le nombre d'HDR est faible. Environ quatre enseignants-chercheurs ont la maturité scientifique pour présenter leur HDR ;
- le spectre des thématiques et l'abondance de projets risquent de conduire à une dispersion qui sera difficile à gérer. Ceci est le cas pour les trois thématiques de la nouvelle structuration ;
- la thématique écoulements et environnement regroupe des chercheurs appartenant à des sections différentes du CNU (60<sup>ème</sup>, 68<sup>ème</sup>, 67<sup>ème</sup> et 64<sup>ème</sup>). Il existe donc au sein de cette thématique un risque de manque de cohésion, qui peut être évité en recadrant opportunément les actions de recherche des équipes qui se rapprochent (celles du CNAM/Intechmer et du LUSAC-Cherbourg).

## Recommandations

La dynamique et le rythme imprimés au cours du précédent contrat ont permis d'atteindre un régime de croisière qui autorise maintenant le LUSAC à envisager sereinement une recherche pérenne qui s'appuie sur ses compétences et son rayonnement international. Il convient maintenant de faire des choix stratégiques.

Il faut favoriser les soutenances d'HDR. Ceci permettra aussi de soulager la direction et d'aboutir à une meilleure répartition des tâches.

Il faut également encourager les interactions entre groupes en ciblant des actions communes qui permettront de créer des synergies scientifiques.

La présence au sein de l'unité de 7 sections CNU différentes, qui peut être vue comme une difficulté, peut aussi être transformée en une force par le choix de sujets transversaux originaux, notamment autour des questions de l'environnement.

Il convient également de maintenir un équilibre entre la recherche finalisée et la recherche fondamentale.

L'action à l'international est bonne, elle mérite cependant de gagner en visibilité notamment par l'organisation de manifestations scientifiques, de conférences invitées, etc.

Le spectre des projets proposés paraît cependant ambitieux par rapport aux effectifs de l'unité, sachant par ailleurs que les enseignants-chercheurs exercent dans des environnements d'IUT et d'école d'ingénieurs, particulièrement prenants, et qu'ils ne bénéficient pas d'une unité de lieu (laboratoire réparti sur 2 sites). Il convient donc de veiller au risque de dispersion thématique.



### 3 • Appréciations détaillées

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

Le LUSAC mène des activités de recherche originales couvrant les domaines de la thermique énergétique, du stockage de l'énergie électrique, de la mécanique des fluides et des matériaux. Ces recherches ont un fort impact scientifique comme en témoigne la qualité des revues dans lesquelles elles sont publiées.

La production scientifique est abondante et de qualité. Elle est sensiblement équilibrée d'une thématique à l'autre. Le nombre d'articles de revues a été plus que quadruplé par rapport au précédent contrat quinquennal pour des effectifs sensiblement identiques. On dénombre : 111 articles de revues, 2 ouvrages, 11 chapitres d'ouvrages, 6 conférences invitées, 78 communications internationales avec actes et 28 communications nationales avec actes.

##### Appréciation sur ce critère

La production scientifique a pratiquement quadruplé par rapport à l'évaluation précédente et peut désormais être qualifiée de très bonne.

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

Le LUSAC fait preuve d'un réel dynamisme en matière de participation à des projets nationaux et internationaux. Il est fortement impliqué dans des réseaux scientifiques nationaux, notamment dans le cadre de GDR et de projets ANR.

Au plan international, on relève un nombre conséquent de coopérations (Belgique, USA, Maroc, Égypte...). Celles-ci se traduisent notamment par des co-encadrements de thèses et permet ainsi de renforcer les compétences locales. Cependant, il n'est pas fait état d'organisation de manifestations internationales. Le nombre de post-doc ainsi que de conférences invitées est à renforcer. L'attractivité internationale est donc en émergence mais on peut être confiant sur le fait que le LUSAC puisse prochainement en faire état du fait de la dynamique imprimée et de la visibilité qu'il a su se donner au cours du dernier contrat quinquennal.

L'expertise des membres du LUSAC est aussi reconnue au travers de l'activité de relecture dans des revues scientifiques de renom, et ce pour l'ensemble des thématiques du laboratoire.

##### Appréciation sur ce critère

L'attractivité et le rayonnement au plan national sont très bons. La dynamique mise en place au cours du précédent contrat quinquennal doit permettre de développer la reconnaissance à l'international.

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

L'interaction avec l'environnement socio-économique est particulièrement développée au sein du LUSAC. Elle en est indéniablement l'un de ses points forts. Le laboratoire a su s'implanter dans la région en développant et en fidélisant des partenariats industriels de qualité. Il bénéficie ainsi d'un véritable soutien local et régional.

On peut souligner des partenariats avec de nombreux organismes comme : Orange, France Télécom, EDF... mais aussi la forte implication dans les Énergies Marines Renouvelables (projet CPER) et les projets collaboratifs comme ADES (ADaptation de l'érodabilité Éolienne des Sols sableux) ou RECIF (Réutilisation de Coproduits marins en récif artificiel).

Cette politique de partenariat est le poumon du LUSAC en matière de formation de docteurs et d'acquisition d'équipements. Plus des deux tiers des thèses sont financés sur des projets en partenariats.

##### Appréciation sur ce critère

L'interaction avec l'environnement social et économique est l'un des points forts du LUSAC.

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

Le fonctionnement du Laboratoire tant en termes de gestion que d'encadrement de doctorants est essentiellement porté par quelques cadres A. Le LUSAC souffre en effet d'insuffisance d'enseignants-chercheurs de rang A, surtout que 3 d'entre eux quittent l'unité contre 1 seul arrivé. L'axe écoulements et environnement est l'un des plus touchés par ce problème, et ce d'autant plus qu'il accueille 2 nouveaux arrivants MCF et qu'il couvre 4 sections CNU différentes. Les actions de cette thématique sont fortes et originales tant aux plans national que régional (nombreux projets de région). Elles méritent d'être soutenues par le laboratoire et par l'Université. Or, cet axe ne compte désormais aucun EC de rang A. Ceci doit constituer un point de vigilance pour l'unité et sa tutelle.

Le LUSAC s'est doté d'un Conseil de Laboratoire qui lui permet d'organiser ses activités et d'impliquer ainsi les jeunes enseignants-chercheurs et les doctorants dans la vie de l'unité.

Du fait de l'éloignement géographique d'une part et de la répartition sur deux sites (Saint-Lô et Cherbourg) d'autre part, les membres du laboratoire sont peu présents à Caen, site de la tutelle. Cependant, le directeur du LUSAC se déplace régulièrement pour participer aux réunions du conseil de l'ED SIMEM.

Le LUSAC ne souffre pas de problèmes de locaux pour mener à bien ses recherches ; en revanche, il ne dispose pas de personnel technique affecté aux activités de recherche de l'unité. Seul le volontariat de techniciens affectés à l'IUT et à l'ESIX lui permet de combler ce manque. Il y a là un risque qui peut s'avérer préjudiciable à la vie de l'unité sachant par ailleurs que l'activité au plan expérimental justifiée entre autres par les nombreux partenariats industriels est particulièrement exigeante en termes de personnel technique. Ceci constitue un second point de vigilance.

#### Appréciation sur ce critère

Le nombre insuffisant d'EC de rang A peut devenir rapidement préjudiciable à la vie de l'unité, plus particulièrement pour la thématique Écoulements et Environnement.

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

Le LUSAC est rattaché à l'École Doctorale ED n° 181 (Structures, Information, Matières & Matériaux, SIMEM). Il en est l'une de ses unités de recherche les plus actives en terme de formation de docteurs au regard du nombre d'HDR. En effet, le nombre de doctorants de l'unité représente 8,5 % du total de l'ED alors que celui de ses titulaires d'HDR n'est que de 3,6 %. Ces chiffres témoignent d'une forte activité de formation de docteurs par les EC habilités de l'UR. Par ailleurs, l'unité reçoit en moyenne 1 allocation de thèse du ministère & région par an et s'emploie à en financer 3/an sur fonds propres issus de contrats. Il s'agit là d'un effort important à souligner.

L'éloignement et la dispersion géographiques de l'unité ne facilitent pas l'implication de ses membres dans certaines animations au sein de l'ED, sise à Caen. Cependant, le directeur du laboratoire se déplace régulièrement pour participer aux réunions de l'ED.

Le LUSAC ne gère pas de formations de niveau master, en dehors de l'École d'Ingénieurs ESIX. En revanche, il reçoit régulièrement des stagiaires de masters provenant d'autres universités françaises et étrangères (environ 3 à 4 par an).

Des séminaires sont régulièrement organisés, au rythme d'un par mois, et font se rencontrer les doctorants pour échanger autour de leurs travaux de recherche.

Il convient cependant que le LUSAC trouve une solution pour que ses doctorants participent davantage à la vie de leur ED de rattachement.

Enfin, l'entretien à huis clos avec le directeur de l'ED de rattachement (ED 181, SIMEM) a fait ressortir que le LUSAC est l'une de ses unités les plus actives non seulement en matière de formation de docteurs, mais aussi en matière de valorisation et de transfert de technologie.

### Appréciation sur ce critère

Le LUSAC, tout en ne disposant pas de formations de niveau master, excepté l'École d'ingénieurs ESIX, a une forte activité de formation de docteurs. Le nombre de docteurs formés au regard du nombre d'HDR est l'un des meilleurs de son école doctorale de rattachement (ED 181, SIMEM).

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

Le récent départ de 5 EC de l'unité et l'arrivée de 3 EC ont conduit le LUSAC à se réorganiser autour de trois thématiques : «Efficacité Énergétique et Transferts Thermiques», «Écoulements et Environnement» et «Stockage de l'énergie électrique et matériaux». Cette restructuration en trois thématiques est judicieuse et doit permettre notamment au LUSAC de renforcer ses synergies en termes d'activités transversales et de concentrer ses efforts sur ses domaines d'expertise sans risquer le problème de dispersion.

La thématique «Efficacité Énergétique et Transferts Thermiques» n'est pas affectée par ces mouvements d'EC, l'un (rang A) des 3 arrivants intègre ce groupe. Les enseignants-chercheurs de cette thématique proposent un projet intéressant et cohérent. Celui-ci s'inscrit d'une part dans la continuité des activités engagées en matière d'efficacité énergétique et de développement de travaux sur les écoulements diphasiques en micro-canaux, et d'autre part dans le développement de nouvelles recherches autour de la micro-génération par piles à combustibles. Concernant les travaux sur les écoulements diphasiques en micro-canaux, notamment en application aux échangeurs, ceux-ci bénéficieront d'une part de l'expertise - reconnue - du groupe en la matière, et d'autre part, du soutien industriel que le groupe a su développer et fidéliser au cours de ces dernières années. Pour la micro-génération, une activité a démarré récemment sous l'impulsion du groupe en partenariat avec l'association EHD2020 (Énergie Hydro-data, 2020) et la région Basse-Normandie. Elle se fera également en relation avec le groupe de la thématique "stockage de l'énergie électrique et matériaux" du LUSAC et portera sur la tri-génération et les piles à combustibles avec pour application l'alimentation d'un éco-quartier à Cherbourg principalement en eau chaude, chauffage et électricité. Ces travaux seront appuyés par l'analyse du transfert de matière dans les membranes échangeuses de proton qui jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des piles à combustible et qui mettront à profit les compétences du professeur arrivant dans ce groupe.

Il convient cependant que ce groupe soit prudent quant au large spectre de projets abordés au risque de s'exposer au problème de dispersion thématique.

Concernant la nouvelle thématique « stockage de l'énergie électrique et matériaux », conséquence de la restructuration de l'unité suite aux mouvements d'EC, elle réunira les acteurs des deux précédentes thématiques, « systèmes énergétiques électriques » et « matériaux ». Ce nouveau groupe comptera 8 EC et 5 doctorants et sera animé par 2 EC issus de chacun des deux thèmes d'origine. Le projet de ce groupe met l'accent sur le renforcement des axes transverses avec comme objectifs : (i) de renforcer la modélisation électrothermique des stockeurs électrochimiques en relation avec le thème « efficacité énergétique et transferts thermiques », (ii) de pérenniser et d'amplifier les actions transverses sur les Énergies Marines Renouvelables (EMR) en relation avec le thème « écoulements et environnements », tout en prolongeant la collaboration avec le GREAH, (iii) de développer une plateforme de simulation destinée à l'optimisation de la gestion énergétique et à la prédiction du productible énergétique. De nouveaux travaux autour de la promotion de la filière hydrogène sont envisagés. Afin d'éviter la dispersion, seuls les aspects système seront abordés. La recherche de partenariat (FCLab) est une autre voie préconisée. L'hybridation énergétique des piles avec les composants de stockage permettra d'ancrer ces nouveaux travaux sur le socle de base du thème. Le thème « stockage de l'énergie », qui se situe dans la continuité du bilan, portera sur : (i) la modélisation multiphysique électrothermique en interaction avec la thématique « efficacité énergétique et transferts thermiques » qui conduira logiquement à des orientations vers le management thermique des stockeurs, (ii) le diagnostic des stockeurs d'énergie, amorcés très récemment, seront logiquement poursuivis avec de nouvelles ambitions vers le diagnostic prédictif, voire le pronostic. La caractérisation du vieillissement des composants électrochimiques servira de socle pour atteindre cet objectif ambitieux. L'activité sur les effets de l'irradiation des composants de puissance semble nettement plus en marge des deux précédents thèmes, mais l'équipe propose de la pérenniser. Sur le thème « matériaux », il est prévu de travailler sur l'analyse post-mortem des supercondensateurs en collaboration avec un laboratoire caennais qui dispose de moyens expérimentaux d'imagerie et d'analyse pour le faire. Il est également envisagé de conserver le cœur d'expertise du LUSAC sur l'élaboration et la caractérisation microstructurale de matériaux frittés. Enfin, il est aussi prévu de poursuivre l'activité contractuelle amorcée par le projet interrégional RECIF.

Le groupe de la thématique « Ecoulements et environnement » propose des activités liées au développement des Énergies Marines Renouvelables (EMR). Ce nouvel axe sera enrichi de quatre nouveaux chercheurs du CNAM/Intechmer et appartenant aux 68<sup>ème</sup>, 67<sup>ème</sup> et 64<sup>ème</sup> sections du CNU. Les recherches envisagées viseront principalement la connaissance des activités marines côtières et leur impact sur l'environnement, mais porteront aussi sur les écoulements aériens et la dynamique des aérosols. Elles seront réparties en trois opérations de recherche : (i) Écoulements côtiers et EMR, (ii) Transport solide, sédiments et aérosols et (iii) Environnements marins naturels et impact des activités anthropiques. Elles permettront de fédérer les compétences des différents membres du nouveau groupe. Cette thématique, contrairement aux deux autres, ne compte aucun rang A et sera pilotée par 2 EC MCF HDR. L'unité ainsi que l'université doivent réfléchir à une solution qui permettrait de se doter prochainement d'un EC de rang A, au risque de mettre en péril cette activité fort importante pour le laboratoire, l'université et la région.

Appréciation sur ce critère

La nouvelle restructuration pour le prochain contrat quinquennal, du fait de mouvements d'enseignants-chercheurs, a conduit le LUSAC à recentrer ses activités autour de trois thématiques. Une réflexion approfondie a été menée par le laboratoire pour aboutir à une stratégie judicieuse qui favorise les interactions entre thèmes tout en poursuivant le développement des compétences spécifiques.

## 4 • Analyse thème par thème

**Thème 1 :** Efficacité Énergétique et Transferts Interfaciaux

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Hasna LOUAHLIA

### Domaine d'activité

Transferts de masse et de chaleur et leur intensification / Microfluidique diphasique et intensification par nanostructuration / Efficacité Énergétique et Transferts Interfaciaux

### Effectifs

Composition du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2015	Au 01/01/2017
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	5	6
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)		
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	1	
ETP de doctorants	5	
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Deux types d'activités sont développés :

- 1- Microfluidique diphasique et intensification par nanostructuration : (i) développement de technologies d'échangeurs de chaleur miniatures performants, (ii) étude des écoulements avec changement de phase en micro-canaux, (iii) analyse de la condensation dans un micro-canal, (iv) modélisation numérique pour la mise en évidence des effets des paramètres physiques comme la réduction d'échelle, la tension superficielle, la géométrie du canal, etc. sur l'efficacité thermique du transfert, (v) visualisation des différentes structures d'écoulement en condensation en microcanal et mesures de température.

Ces activités de recherche sont valorisées par plusieurs publications dans des revues spécialisées. Deux thèses de doctorat ont été soutenues. Trois autres thèses d'applications des microcanaux dans des systèmes utilisant les échangeurs de chaleur comme source de récupération de la chaleur ont également été soutenues : (i) les piles à combustible pour la cogénération (en collaboration avec l'Université Libanaise), (ii) les pompes à chaleur hybride (en partenariat avec l'entreprise LEMASSON), (iii) les boucles de refroidissement passives pour les télécommunications (en partenariat avec Orange).

- 2- Amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes : (i) micro-cogénération par pile à combustible, (ii) trigénération en partenariat avec EHD2020, (iii) amélioration de la surface d'échange en évaporation pour des pompes à chaleur résidentielles, (iv) amélioration de l'efficacité énergétique des aérocondenseurs ...

De nombreux bancs d'essais ont été mis au point à des fins de validation et de caractérisation. De nombreux partenariats industriels et académiques (nationaux et internationaux) sont mis en place autour de cette thématique. 5 thèses sont en cours.

La production scientifique est excellente en quantité et en qualité. On dénombre : 28 articles de revues (dont 25 à IF > 1), 2 chapitres d'ouvrages, 31 congrès internationaux avec actes et comité de lecture, 17 congrès nationaux avec actes et comité de lecture. Les recherches développées dans le cadre de cette thématique revêtent un caractère scientifique original et répondent à des problématiques industrielles d'actualités (micro-échangeurs, efficacité énergétiques, refroidissement des composants, changement de phase ...). Ces travaux ont un impact international comme en témoigne la qualité des journaux dans lesquels ils sont publiés.

#### Appréciation sur ce critère

La production scientifique est abondante et de qualité pour un effectif modeste du groupe (5 EC), sachant par ailleurs que ce groupe évolue dans un environnement d'IUT (à Saint-Lô) avec toutes les charges administratives et collectives que ce type de formation exige.

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

Les EC de la thématique Efficacité Énergétique et Transferts Interfaciaux sont fortement impliqués dans des projets de recherche en collaboration avec des partenaires nationaux et internationaux. On note la participation à des GDR, à des projets régionaux et internationaux (concrétisés par des thèses en co-tutelle), et l'organisation de congrès nationaux et internationaux. Il faut souligner aussi les expertises ANR, ANRT (Cifre) etc. ainsi que les activités d'expertise pour des revues internationales à fort impact dans les domaines de la thermique-énergétique, telles que : Int. J. Heat Mass Transfer, Int. J. Thermal Sciences, Num. Heat Transfer, Energy ...

#### Appréciation sur ce critère

Le rayonnement tant au plan national qu'international de ce groupe est avéré comme en témoigne la participation à des réseaux nationaux (GDR) et internationaux.

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

Le groupe développe un nombre important de partenariats industriels en région, mais pas seulement. Il a su fidéliser des groupes comme Orange, France Télécom, EDF et des entreprises comme Lemasson, CultiWh ...

Ces partenariats ont permis au groupe de disposer de nombreux équipements et aussi de financer des thèses.

La quasi-totalité des équipements expérimentaux du groupe est financée par ces contrats.

Cette synergie doit se poursuivre, elle constitue un point fort et important pour la vie de ce groupe.

#### Appréciation sur ce critère

L'interaction du groupe avec l'environnement social et économique est très forte. Elle est ponctuée par un nombre important de partenariats industriels qui permettent de financer des thèses et aussi des équipements.

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

Compte tenu de la taille modeste de ce groupe (5 EC : 1PR et 4 MCF, 1 ATER), son organisation ne pose pas de difficultés. Les EC publient ensemble et participent activement aux différentes tâches du groupe.

Ce groupe mène ses activités sur le site de l'IUT de Saint-Lô, ce qui lui permet de bénéficier de la plateforme technologique de l'IUT et de mutualiser des moyens techniques et humains avec l'IUT.

L'unité de lieu pour ce groupe facilite le travail des EC, et la présence de l'équipe sur le site de l'IUT permet aussi d'initier les jeunes étudiants de l'IUT à la recherche et de susciter des vocations.

#### Appréciation sur ce critère

L'unité de lieu (IUT de Saint-Lô) et la mutualisation des moyens techniques et humains avec l'IUT facilitent l'organisation des activités du groupe, constitué de jeunes EC dynamiques.

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

L'essentiel des activités du groupe en matière de formation par la recherche concerne l'accueil de doctorants (5 thèses soutenue et 5 en cours). Le LUSAC ne disposant pas de formations de niveau Master, ce manque est compensé par l'accueil de stagiaires provenant d'autres masters et aussi par la participation à la formation d'ingénieurs sur le site de Cherbourg. On notera aussi l'accueil de stagiaires étrangers.

#### Appréciation sur ce critère

Le groupe accueille et forme de nombreux doctorants et stagiaires, dont la quasi-totalité est impliquée dans des sujets en relation avec des industriels, ce qui permet de les former à la fois sur les aspects académiques et aussi sur les aspects liés aux contraintes du contexte industriel.

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

Le thème "Efficacité Énergétique et Transferts Interfaciaux" devient "Efficacité Énergétique et Transferts Thermiques" avec les mêmes acteurs et l'arrivée d'un PR 62 Génie des Procédés.

Les études sur les transferts de masse et de chaleur dans les composants et les systèmes énergétiques en vue d'améliorer leur efficacité énergétique se poursuivront. L'arrivée d'un PREM GP spécialiste des membranes pour piles à combustible viendra enrichir les activités de ce groupe.

Les activités de recherche sur l'efficacité énergétique des systèmes se poursuivront et continueront à bénéficier du soutien industriel fidélisé depuis une dizaine d'années.

Les travaux sur la caractérisation des écoulements par changement de phase (évaporation/condensation) seront organisés en 3 types d'activités :

(i) Microfluidique diphasique : caractérisation des échanges dans les micro-canaux (approches théoriques et expérimentales). Conception de systèmes de refroidissement miniatures. Micro-échangeurs. Comportements dynamique et thermique des fluides diphasiques dans les micro-canaux ;

(ii) Étude de la micro-cogénération par pile à combustible. Activité démarrée récemment sous l'impulsion du groupe en partenariat avec l'association EHD2020 (Énergie Hydro-data, 2020) et la région Basse-Normandie. Elle se fera également en relation avec le groupe du thème "stockage de l'énergie électrique et matériaux". Cette activité portera sur la trigénération et les piles à combustibles avec pour application l'alimentation d'un écoquartier à Cherbourg principalement en eau chaude, chauffage et électricité (une thèse a démarré en 2015 sur cette problématique). Ces travaux seront appuyés par l'analyse du transfert de matière dans les membranes échangeuses de proton qui jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des piles à combustible, et qui mettront à profit les compétences du PR arrivant dans ce groupe ;

(iii) Systèmes de refroidissement par boucles passives. Développement de nouvelles générations de micro-refroidisseurs pour les composants électroniques ou d'échangeurs compacts pour des systèmes énergétiques. Conception de boucles de refroidissement thermosiphon pour des armoires de télécommunication (soutien du partenaire Orange depuis 2005). Démarrage d'une nouvelle collaboration avec Orange sur le développement de mini-boucle passive (caloduc) pour le refroidissement de l'électronique du LiveBox d'Orange (contrat de recherche qui a débuté en 2015). Ce projet de recherche a bénéficié du soutien financier de St-Lô Agglo pour le co-financement d'un doctorant. Développement d'activités sur l'aspect modélisation fine de boucles passives intégrées aux systèmes en vue d'une optimisation énergétique de leur fonctionnement (Projet européen SOGREEN labellisé par Celtic en cours d'expertise par la DGCIS, dont un des objectifs est le management thermique des data centers et leur refroidissement par boucles passives, en collaboration avec plusieurs industriels).

En conclusion, le projet de cette thématique s'appuie sur un savoir-faire avéré du LUSAC en matière d'efficacité énergétique et de transferts. Il s'inscrit d'une part dans la poursuite et l'approfondissement des travaux antérieurs sur les écoulements diphasiques, l'efficacité énergétique ... et d'autre part dans le développement d'autres activités, notamment sur la microfluidique diphasique et la micro-génération par piles à combustible (compétences du PR arrivant dans ce groupe). Outre les partenariats externes, ce projet mettra à profit des compétences internes au sein des autres axes de recherche du LUSAC, renforçant ainsi les activités transversales.

#### Appréciation sur ce critère

Le projet paraît ambitieux par rapport à la taille de l'équipe. Il faudra être vigilant quant au risque de dispersion.

## Conclusion

### ▪ Avis global sur le thème

Les recherches menées dans le domaine de l'efficacité énergétique et du transfert sont originales et ont une portée internationale indéniable. Les travaux mettant à profit les compétences confirmées en diphasique sont un atout pour aborder différentes problématiques industrielles faisant appel à l'utilisation d'échangeurs aussi bien à l'échelle macro que micro. Le groupe a une forte activité de valorisation et de transfert de technologie comme en témoigne le nombre important de partenariats industriels.

Le projet qui cible les piles à combustibles peut s'avérer délicat en raison du nombre important de laboratoires qui traitent de ses sujets. Il convient de mettre en place des partenariats pour le mener à bien.

### ▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- recherches originales dans les domaines de l'efficacité énergétique et des échangeurs diphasiques ;
- production scientifique de qualité ;
- forte activité de valorisation et de transfert de technologie ;
- implication dans la formation de docteurs très satisfaisante ;



- importante implication dans des projets nationaux et internationaux.
- **Points faibles et risques liés au contexte**
  - faible nombre d'HDR ;
  - nombre de projets important par rapport aux moyens du groupe ;
  - risque de dispersion du fait du large spectre des thématiques abordées.

- **Recommandations**

Le comité d'experts recommande au groupe de :

- encourager les soutenances d'HDR ;
- réduire le nombre de projets pour éviter le risque de dispersion ;
- veiller au maintien d'un équilibre entre la recherche finalisée et la recherche fondamentale.

**Thème 2:** Systèmes énergétiques électriques

**Nom du responsable :** M. Hamid GUALOUS

### Domaine d'activité

- Stockage et gestion de l'énergie électrique : durée de vie, management thermique et diagnostic des batteries et des supercondensateurs. Équipement caractéristique : 1 plateforme de caractérisation électro-thermique et de vieillissement ;
- Intégration des composants de stockage dans des véhicules électriques et des chaînes d'énergie alimentées par des sources renouvelables intermittentes. Équipement caractéristique : 1 maquette électronique de puissance pour la gestion de systèmes multi-sources.

### Effectifs

Composition du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2015	Au 01/01/2017
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	4	10
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)		
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche		
ETP de doctorants	6	
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	3
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Deux axes de recherche sont ciblés :

**Axe 1 :** stockage de l'énergie électrique, pour des applications véhicules électriques et à piles à combustibles. Cet axe constitue une forte spécificité par rapport à la double compétence génie électrique - thermique. Il est lui-même structuré en trois sous thèmes :

**Modélisation thermique des batteries Lithium et supercondensateurs :** les études procèdent par des modèles physiques puis des équivalences par circuits distribués. La composante expérimentale est bien présente et les nécessaires comparaisons modèles/ expériences sont probantes. On relève entre autres une coopération industrielle stratégique avec Maxwell ainsi montrant que cet axe fait partie des points forts du thème. La production scientifique sur ce sous-thème affiche un rythme moyen d'une publication de revue par an.

**Vieillessement des batteries Lithium et supercondensateurs :** il s'agit ici de comprendre les phénomènes de vieillissement afin d'être capable de mieux gérer la charge des accumulateurs au Lithium et supercondensateurs puis de prédire leur durée de vie. Les recherches sont principalement focalisées sur le vieillissement calendaire, cette priorisation étant justifiée par le fait que l'application principale concerne les véhicules électriques pour lesquels les batteries sont majoritairement inutilisées. Sur les résultats présentés, la précision de la caractérisation de l'état de santé paraît excellente en comparaison avec l'expérience. Les équipements expérimentaux sont assez conséquents, mais insuffisants pour balayer l'ensemble des conditions d'environnement (thermique, conditions de cyclage,...) ; les bases de données nécessaires au vieillissement sont donc complétées au travers de la coopération avec le CEA LITEN (INES). L'activité contractuelle est présente, notamment avec JSR Micro sur une technologie de stockage hybridant supercondensateur et batteries lithium. La production scientifique de ce sous-thème est conséquente avec 8 publications dans des revues ainsi qu'un ouvrage traduit en anglais.

**Diagnostic des batteries Lithium et supercondensateurs :** ces travaux constituent la « suite logique » des deux sous-thèmes précédents puisque la maîtrise du comportement thermique et du vieillissement sont deux prérequis essentiels pour le diagnostic de défauts et de l'état de santé des batteries Lithium et supercondensateurs. Ce thème est en émergence depuis trois ans. Pour commencer, le diagnostic se fonde sur des modèles circuit très simplifiés, des modèles plus physiques étant en perspective pour le prochain quinquennal. Les résultats encore très récents sont encourageants même s'ils demandent de façon naturelle à mûrir. La production est aussi en émergence pour ce sous-thème.

**Axe 2 :** optimisation de la gestion de l'énergie dans les systèmes multi-sources pour des applications embarquées (en lien avec le premier thème) et stationnaires (énergies marines, bâtiment).

En comparaison avec le premier axe, très développé, ce second aspect fait l'objet d'un volume d'activité plus modeste. 1/6<sup>ème</sup> des publications dans des revues émergent dans cet axe qui fait état de plusieurs coopérations nationales et internationales. Les principales applications de l'optimisation de la gestion énergétique concernent les systèmes nomades incluant du stockage (véhicules électriques notamment) ainsi que les énergies marines renouvelables : ceci paraît très cohérent au regard, d'une part, du thème « Transport et Échanges Environnementaux » et compte tenu, d'autre part, du contexte local. Un micro-réseau DC pour le stationnaire, associé à son gestionnaire/superviseur temps réel, a été développé au LUSAC à partir d'émulateurs physiques de sources (renouvelables intermittentes) et de charges : ce procédé est classique pour ce type d'expérimentations. Ce second axe complète le premier sur un plan plus applicatif et permet aux chercheurs de saisir diverses opportunités (appels d'offres, sollicitations régionales,...) mais sa plus-value scientifique paraît moins spécifique que pour l'axe 1.

Enfin, il faut signaler les recherches sur l'irradiation des composants de puissance. Ce dernier axe correspond à l'historique du laboratoire mais paraît assez « anachronique » aujourd'hui dans le contexte de l'optimisation des systèmes multi-sources et des systèmes de stockage de puissance. Les sollicitations contractuelles et les projets sont presque inexistantes actuellement. Les deux chercheurs impliqués sur cet axe évoluent progressivement vers les autres travaux (stockage et diagnostic) du thème : la question de son maintien dans ce contexte est donc posée pour le projet.

Le nombre d'équivalents en temps plein enseignants-chercheurs sur la période 2010-2015 (5,5 ans) est égal à 11 ETP (4 EC x 50 % x 5,5 ans). Pour cette période, cet axe compte 22 articles parus dans des revues référencées, soit 2 ACL / ETP, ce qui est très bon, surtout en regard de l'exercice précédent où l'insuffisance

de production en ACL était pointée pour l'ensemble du laboratoire. Les supports éditoriaux et journaux visés sont d'un bon niveau, le plus souvent dans Elsevier et IEEE. L'équipe compte aussi un ouvrage traduit en anglais et 6 chapitres dans des ouvrages. En revanche, le bilan ne signale aucun papier invité, mais le dynamisme actuel de l'équipe et son rayonnement devraient la conduire à augmenter ce score. Enfin, il n'est pas fait état de dépôts de brevets ni de politique de protection de la propriété intellectuelle.

En conclusion, les chercheurs du groupe « systèmes énergétiques électriques » abordent principalement, sous trois angles différents (thermique, vieillissement, diagnostic) la problématique essentielle du stockage de l'électricité qui constituera, en ajoutant la vision matériaux, l'élément central du projet pour le prochain quinquennal. Les travaux présentés dans cet axe paraissent très cohérents et assez spécifiques, se situant à un très bon niveau au plan national ; la double compétence génie électrique - thermique constitue un point fort, se nourrissant des compétences de l'axe 'efficacité énergétique et transferts interfaciaux'. Le deuxième axe sur l'optimisation de la gestion de l'énergie paraît moins abouti et moins spécifique, mais il permet aux chercheurs du thème de saisir de réelles opportunités et pourra avantageusement s'interfacer avec l'axe « stockage ». Le couplage aux Énergies Marines Renouvelables (EMR, fermes hydroliennes,...) fait partie des fortes spécificités locales, générateur de synergie au sein du laboratoire : sur le plan scientifique, la place du génie électrique et sa plus-value réelle et spécifique sont cependant à démontrer sur les EMR au LUSAC.

#### Appréciation sur ce critère

La production scientifique est très bonne et en très net progrès par rapport à la période précédente.

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

Cette équipe de taille modeste fait preuve d'un grand dynamisme et fait état d'un nombre conséquent de coopérations internationales (Belgique, USA, Maroc, Égypte) et nationales (FEMTO Belfort, CEA-INES). Les co-encadrements de thèses permettent de renforcer les compétences locales. C'est le point fort du groupe en ce qui concerne le rayonnement national et international.

L'équipe s'implique dans les GDR de la communauté nationale et participe à l'organisation de quelques colloques et manifestations nationales et régionales. Il n'est pas fait état de telles actions au plan international. Aucun recrutement de post-doctorants n'est signalé ; l'attractivité internationale est donc en émergence mais on peut être confiant sur le fait que cette équipe puisse prochainement en faire état si elle perdure dans cette dynamique et reste concentrée sur ses points forts et spécificités sans céder aux « effets de modes » et au risque de dispersion sous-jacents. Les invitations dans des colloques (keynotes) pourront constituer un des indicateurs de ce « rayonnement émergent ».

#### Appréciation sur ce critère

Le rayonnement international de l'équipe se limite aux co-encadrements de plusieurs thèses qui témoignent d'une forte dynamique sur les coopérations internationales. L'attractivité méritée est en émergence et les chercheurs du groupe ont une bonne implication dans les réseaux nationaux.

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

L'activité partenariale repose surtout sur les collectivités locales dont le soutien avéré est un point fort. Le thème est fortement sollicité sur les énergies marines renouvelables (projet CPER) au sein des réseaux électriques. Il est aussi sollicité et reconnu pour ses compétences sur le stockage de puissance. Les partenariats industriels sont assez modestes, ce qui est classique pour les unités de taille réduite, mais la notoriété que l'équipe mérite devrait améliorer progressivement cette relation. Il n'est pas fait état d'actions particulières de transfert de compétences et de technologies.

Certaines thématiques sont très soutenues localement comme le stockage de l'énergie et les énergies marines renouvelables ; l'équipe doit continuer à s'appuyer sur ces soutiens et ces spécificités pour accroître sa notoriété, même si une réflexion sur l'implication scientifique de ce thème sur les EMR est à mener. A signaler certaines collaborations industrielles au plan international (Suisse) sur le stockage par supercondensateurs (Maxwell) qui démontrent la spécificité des compétences locales sur cet axe.

Appréciation sur ce critère

Fortement sollicité au niveau régional sur les EMR, compte tenu de l'importance stratégique de ce domaine au plan local, le thème « systèmes énergétiques électriques » est aussi très sollicité par l'environnement et bien reconnu nationalement pour ces travaux sur le stockage de puissance électrique.

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

L'équipe est constituée de 4 enseignants-chercheurs et ne fait état d'aucun recrutement ni de départs de permanents au cours du prochain quinquennal. L'animateur du thème est le seul cadre A et aucun autre chercheur n'est actuellement habilité, ce qui constitue un point critique qui mérite d'être amélioré. L'animateur dirige donc officiellement toutes les thèses en plus de ses nombreuses tâches, de l'animation du thème à la direction du LUSAC. Il est aussi le seul membre présent aux conseils de laboratoire et de direction. En revanche, les autres MCF co-encadrent de façon bien équilibrée des doctorants (environ 2 co-encadrements par MCF).

La structuration scientifique du groupe autour de 2 axes (stockage et gestion de l'énergie) est très cohérente dans le contexte local et national. Le premier axe relatif au stockage est le principal pilier qui s'appuie lui-même sur des compétences transverses au niveau du LUSAC. Le thème 2 paraît ainsi bien inséré dans le contexte local, en particulier au sein du LUSAC avec 3 axes de collaboration avec d'autres thèmes :

- axe « modélisation thermique des batteries lithium et des supercondensateurs » en collaboration avec le thème 1 « efficacité énergétique et transferts interfaciaux » ;
- l'axe « gestion de l'énergie dans un système multisources » en collaboration avec le thème 1 « efficacité énergétique et transferts interfaciaux » ;
- l'axe relatif aux énergies marines renouvelables (EMR) en collaboration avec le thème 3, Transport & Échanges Environnementaux.

Il n'est fait état d'aucune mention particulière tant sur le fonctionnement de la vie de l'équipe qu'en termes d'animation scientifique. Les moyens financiers ne sont pas mutualisés mais gérés par projets. La taille réduite du thème ne nécessitait pas jusqu'à maintenant de mettre en place des structures d'animation et de gouvernance spécifiques ; la fusion avec l'axe matériaux doublera l'effectif de recherche et nécessitera de réfléchir à la gouvernance.

Appréciation sur ce critère

Le manque de cadre A et d'HDR est actuellement assez critique ; la fusion proposée avec l'axe Matériaux dans le projet pour le prochain quinquennal devrait tendre à améliorer ce problème. La dynamique de groupe semble très positive, en raison notamment de « l'énergie » que mobilise le porteur qui a très fortement contribué à la dérivée (également positive) des activités scientifiques.

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

L'intensité de la formation doctorale est satisfaisante compte tenu de la taille du thème, avec 6 doctorants actuellement inscrits et trois thèses soutenues. La durée des trois thèses soutenues a été réduite à 40 mois en moyenne, ce qui, à l'instar du LUSAC en général, constitue un facteur d'amélioration net par rapport au précédent exercice. Pour ce qui concerne cette équipe, il est fait état d'actions de formation et de cours ciblés sur la production et le stockage de l'énergie dans l'option EMR (Énergie Marines Renouvelables) de l'ESIX.

Appréciation sur ce critère

L'implication dans la formation par la recherche est très satisfaisante.

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

En raison notamment du départ récent d'enseignants-chercheurs permanents de l'équipe Matériaux, le LUSAC propose une fusion de celle-ci avec le thème « systèmes énergétiques électriques » vers une thématique intitulée « stockage de l'énergie électrique et matériaux » ; cette nouvelle équipe dépassera ainsi la « taille critique » en accueillant 8 enseignants-chercheurs et, pour commencer, 5 doctorants. L'animation de cette

fusion sera « bicéphale », avec un animateur issu de chaque thème d'origine. Cette répartition des rôles paraît raisonnable compte tenu des implications fortes et multiples du seul cadre A de l'équipe systèmes énergétiques électriques qui continue d'assumer la direction de l'entité. Cette nouvelle équipe et ce nouveau tandem devront trouver le bon mode de fonctionnement, en cultivant les synergies sans altérer les points forts acquis.

Au niveau de l'entité, l'accent est mis sur le renforcement des axes transverses : il s'agira ainsi de renforcer la partie modélisation électrothermique des stockeurs électrochimiques en relation avec le thème « efficacité énergétique et transferts thermiques ». Il est aussi proposé de pérenniser et d'amplifier les actions transverses sur les énergies marines renouvelables (EMR) en relation avec le thème « écoulements et environnement », tout en prolongeant la collaboration avec le GREAH. Il s'agira notamment de développer une plateforme de simulation destinée à l'optimisation de la gestion énergétique et à la prédiction du productible énergétique. Il est ainsi question d'accroître la visibilité nationale, voire plus, sur le thème des EMR en élargissant le cercle des partenaires au « Grand Ouest » : un « GDR EMR » est même envisagé. C'est typiquement une spécificité régionale qui ne peut qu'être encouragée, à condition toutefois qu'une démarche scientifique « spécifique au Génie électrique » puisse être dégagée sur ce thème transverse.

Parmi les travaux à ancrage régional fort, les collectivités locales visent aussi la promotion de la filière hydrogène qui constituerait une rupture au plan local. Dans le souci d'éviter la dispersion, seuls les aspects système seront focalisés, ce qui paraît raisonnable. La recherche de partenariat (FCLab) est une autre voie préconisée. L'hybridation énergétique des piles avec les composants de stockage permettra d'ancrer ces nouveaux travaux avec le socle de base du thème.

Sur le thème « stockage de l'énergie », qui se situe dans la continuité du bilan, on peut retenir :

les orientations vers des modèles multiphysiques électrothermiques : cette ambition est légitime et pourra s'appuyer sur l'expertise du thème « efficacité énergétique et transferts thermiques ». Ces modèles conduiront logiquement à des orientations vers le management thermique des stockeurs.

Les travaux menés sur le diagnostic des stockeurs d'énergie, amorcés très récemment, seront logiquement poursuivis avec de nouvelles ambitions vers le diagnostic prédictif, voire le pronostic. La caractérisation du vieillissement des composants électrochimiques servira de socle pour atteindre cet objectif ambitieux.

L'activité sur les effets de l'irradiation des composants de puissance semble nettement plus en marge des deux précédents thèmes, mais l'équipe propose de la pérenniser.

Sur le thème « matériaux », il est prévu de travailler sur l'analyse post-mortem des supercondensateurs en collaboration avec un laboratoire caennais. L'argument principal pour soutenir cette activité repose sur le fait que le laboratoire possède l'expertise et les moyens expérimentaux d'imagerie et d'analyse pour le faire. Dans le même ordre d'idée, il est envisagé de conserver le cœur d'expertise du LUSAC sur l'élaboration et la caractérisation microstructurale de matériaux frittés qu'ils soient massifs ou en couches minces. Ceci pourrait se faire aussi dans le cadre de collaborations avec Caen. Enfin, il est aussi prévu de poursuivre l'activité contractuelle amorcée par le projet inter-régional RECIF.

En conclusion, les orientations qui concernent le thème stockage de l'énergie sont à encourager car elles reposent sur des compétences locales avérées avec un fort soutien régional. Les travaux sur les EMR reposent sur un axe transverse au LUSAC et constituent une véritable spécificité « grand ouest » : le positionnement scientifique (quels verrous, quelles problématiques spécifiques) en génie électrique est cependant à mûrir pour ce domaine. Sous cette condition, ces activités devraient conduire le LUSAC vers une reconnaissance avérée au plan national. Le comité est plus circonspect quant à l'orientation vers le vieillissement (irradiation) des composants de puissance qui paraît en marge de la dynamique impulsée. Pour le thème « matériaux », si les travaux sur l'analyse post-mortem des supercondensateurs paraissent en bonne adéquation avec la nouvelle thématique « stockage de l'énergie électrique et matériaux », les autres actions proposées paraissent un peu plus en décalage.

#### Appréciation sur ce critère

Le projet est cohérent et la fusion de cet axe avec celui des matériaux est une opportunité à conforter, offrant la perspective d'aborder le stockage d'énergie sous les trois angles : thermique, matériaux et système.

## Conclusion

### ▪ Avis globale sur le thème

Il faut saluer la très bonne dynamique déployée au cours de ce contrat quinquennal dans le domaine des systèmes d'énergie électrique. En regard de la situation du précédent exercice, la dérivée est globalement impressionnante, marquée par une évolution très positive sur les publications dans des revues référencées et des ouvrages édités. La formation doctorale, tant pour ce qui est de l'intensité que de la qualité de l'encadrement, est aussi satisfaisante.

Plusieurs thèmes spécifiques bénéficient d'un soutien local, stratégique pour les domaines des EMR et du stockage électrochimique. Le nombre de projets est abondant et les opportunités nombreuses, mais ces sollicitations devront être gérées et priorisées afin de mettre en adéquation les forces et les spécificités locales en restant raisonnable compte tenu des moyens humains du thème.

Dans ce contexte, le projet de fusion avec le thème matériaux sera un élément clé du prochain quinquennal ; plutôt qu'une juxtaposition thématique, il s'agira de créer de vraies synergies en focalisant notamment sur la caractérisation des matériaux pour le stockage de l'énergie électrique. Le thème stockage pourra ainsi être vu sous les trois dimensions, thermique, matériau et système.

### ▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- approche et modélisation électrothermique des composants de stockage : les compétences sur le comportement électrothermique et le vieillissement des supercondensateurs font partie des marques de fabrique locale. La fusion avec le thème matériaux pour le futur quinquennal renforcera encore cette thématique avec la caractérisation et le vieillissement des matériaux pour le stockage de puissance ;
- très bonne dynamique de groupe avec forte émulation au travers des nombreux projets et de nombreuses coopérations nationales et internationales ;
- très bon taux de publication dans des revues référencées et participation à ouvrages édités.

### ▪ Points faibles et risques liés au contexte

- faible nombre d'HDR, ce qui focalise une masse d'activités trop abondante sur un seul cadre A. Point à améliorer dans le contexte de la fusion avec les matériaux ;
- spectre des thématiques trop conséquent au regard des moyens, ce qui doit conduire à être plus sélectif. L'abondance de projets et d'opportunités contribue à la dispersion thématique et doit être mieux gérée.

### ▪ Recommandations

Le comité d'experts recommande de :

- profiter de la fusion pour renforcer les cadres et répartir l'effort de direction de recherche tout en favorisant le passage d'HDR ;
- créer via la fusion, au-delà d'une juxtaposition thématique, de vraies synergies scientifiques entre matériaux et stockage de l'énergie ;
- mettre l'excellente dynamique et les nombreuses opportunités (sollicitations et propositions de projets) au service d'une stratégie scientifique claire, reposant sur les points forts du thème. En veillant à maintenir cette dynamique et l'état de la production scientifique, il faudra prendre le temps de la réflexion pour identifier clairement les sillons scientifiques à creuser et mettre les opportunités au service de cette stratégie.

**Thème 3:**

Transport et Échanges Environnementaux

**Nom du responsable :**

M. Jean-Régis ANGILELLA (ancien contrat) / MM. Sylvain GUILLOU &amp; Yann MEAR (prochain contrat)

**Domaine d'activité :**

L'activité de l'équipe porte sur la dynamique des écoulements marins (côtiers) et aériens et sur les phénomènes associés de transport de sédiments ou de particules (aérosols). Elle vise les applications de la récupération de l'énergie marine, de la dynamique des particules et des interactions fluide-particules solides. L'activité numérique semble prédominante ; cependant, les volets expérimental et théorique sont également présents. Le thème phare est Modélisation de la dynamique des particules et des sédiments en suspension et la récupération d'énergie marine.

**Effectifs :**

<b>Composition du thème en Équivalents Temps Plein</b>	<b>Au 30/06/2015</b>	<b>Au 01/01/2017</b>
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7	6
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)	2	2
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche		
ETP de doctorants	2	
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	

<b>Bilan de l'équipe</b>	<b>Période du 01/01/2010 au 30/06/2015</b>
Thèses soutenues	5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1
Nombre d'HDR soutenues	



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'axe de recherche « Transport et Échanges Environnementaux » rassemble 7 enseignants-chercheurs dont 3 HDR, 1 ingénieur d'études, 1 professeur agrégé, 1 post-doctorant et 2 doctorants (thèses en cours). Quatre membres de ce groupe sont des géophysiciens issus de l'ancien groupe GEOCEANO d'Intechmer, ce qui témoigne de l'interdisciplinarité et de la transversalité dans l'activité scientifique de l'équipe.

Les activités de recherche menées dans cet axe portent sur la modélisation des écoulements côtiers, sur le transport de la matière solide et sur les interactions fluide-particules. Les thèmes traités sont souvent en prise directe avec les préoccupations industrielles régionales ou locales. Dans le contexte régional du Cotentin, les sujets traités sont axés sur les énergies marines renouvelables et leur impact environnemental, et plus particulièrement sur la prédiction et l'évaluation du potentiel de récupération de l'énergie des courants de marée par des hydroliennes au droit du Raz Blanchard.

Une activité émergente dans l'unité, conduite par les chercheurs venant du CNAM-Intechmer, concerne les approches de terrain basées sur les informations granulométriques pour déterminer les sens de transport des sédiments ainsi que l'intensité des mélanges de différentes sources d'apports. Cette activité montre à la fois la complémentarité et la transversalité des actions de recherche menées dans cet axe.

La production scientifique s'élève à 28 articles (dont 7 dans des revues nationales) publiés dans des revues à comité de lecture souvent de bon niveau en mécanique et en géosciences. Une grande part des articles est publiée dans des revues d'envergure internationale qui sont des références en mécanique et en géosciences (par exemple : Journal of Fluid Mechanics, Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, Physica D, Physics of Fluids, Physical Review E, Advances in Water Resources, Renewable Energy, J. of Hydraulic Research, Geo-Marine Letters, Geophysical Research Letters, Climate Research, etc.).

Pour la période de référence, l'axe compte 5 thèses soutenues et 2 en cours, pour la plupart encadrées dans l'unité.

La complémentarité entre les activités des chercheurs, appartenant à deux sections de CNU différentes (60<sup>ème</sup> et 36<sup>ème</sup>), paraît pertinente et naturelle dans le contexte du développement de l'axe Transport et Échanges Environnementaux et Énergies Marines Renouvelables en particulier. Cependant, la future structuration de l'équipe prévoit l'implication d'autres chercheurs isolés émanant d'autres sections CNU (68, 64 et 67), ce qui peut compromettre la stratégie, voire déstabiliser la cohérence des activités de l'axe « Transport et Échanges Environnementaux » (voir § Stratégie et projet à cinq ans).

#### Appréciation sur ce critère

Les indicateurs classiques de qualité de la production scientifique sont tous positifs et témoignent d'une recherche de grande qualité. Cette appréciation est à mettre au regard des effectifs assez réduits (7 EC) de cet axe. La production de l'équipe est donc très satisfaisante, aussi bien qualitativement que quantitativement.

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

Les membres de l'axe « Transport et Échanges Environnementaux » participent à des programmes régionaux financés par la Région Basse-Normandie et sont impliqués en grande partie dans des Réseaux Scientifiques Nationaux parmi lesquels GIS HEDD, COST FP1005, GDR Action Marge, ANR SUNRISE, GDR EMR, ROLNP, ou participent aux comités d'organisation de colloques. Cela a rendu possibles des collaborations nationales et internationales fructueuses, par exemple via l'encadrement de thèses. En lien avec le positionnement thématique et l'expertise particulière de l'équipe, on relève l'organisation du colloque « XIIèmes journées Nationales de Génie côtier et Génie Civil » à Cherbourg, qui s'inscrit dans un contexte national.

Sur le plan international, on note d'une part la collaboration avec la Northwestern University de Chicago, qui a donné lieu à la mise en place en 2014 d'une convention entre l'Université Unicaen et l'Université Northwestern, et d'autre part la collaboration avec l'Université du Manitoba (Centre d'Essai d'Hydroliennes Canadiennes – CEHC) dans le but de mener conjointement des mesures in situ dédiées à des projets d'hydroliennes.

L'expertise des membres de l'unité est aussi reconnue au travers d'activités de relecture dans des revues scientifiques de renom : Int. J. Num. Methods in Fluids, J. Non-Newtonian Fluid Mech., Eng., Environmental Fluid Mech., Advances in Water Resources, Physics of Fluids, European Physical Journal, Micro and Nanofluidics, Acta Mechanica.

#### Appréciation sur ce critère

Malgré les quelques collaborations citées ci-dessus et quelques invitations de chercheurs de renom dans le cadre de l'organisation des colloques à Cherbourg, l'attractivité à l'international, qui se mesure par exemple par l'accueil de personnalités ou par le recrutement de personnel, se révèle un point faible de l'équipe. On note également que l'implication des membres de l'équipe dans des projets de recherche européens ou internationaux demeure limitée au regard du potentiel scientifique de l'axe.

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

L'unité LUSAC et l'axe « Transport et Échanges Environnementaux » en particulier participent activement au développement d'une filière énergies marines renouvelables et stockage de l'énergie. Ces deux thématiques constituent une priorité pour les collectivités locales.

Les travaux de l'axe portent sur la connaissance des écoulements côtiers et sur le transport associé de la matière solide, contribuant à répondre à un enjeu crucial pour le développement des activités humaines côtières.

Par ailleurs, des membres de l'équipe collaborent avec divers partenaires industriels ou associatifs Bas-Normands (Société WiBe, Laboratoire ProtecSom, Mairie de Querqueville, etc.).

Cependant, l'équipe n'affiche pas d'activité d'innovation quantifiable par des dépôts de brevets ou de veille technologique qui seraient à la portée de tous. On note toutefois qu'un brevet international est en cours de dépôt avec les chercheurs du laboratoire ProtecSom, en collaboration avec les électroniciens de l'axe Matériaux Céramiques et Composants.

#### Appréciation sur ce critère

Au vu de l'implication de l'équipe dans le domaine des Énergies Marines Renouvelables, l'interaction avec l'environnement social et économique est indéniable et importante.

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

La stratégie scientifique et la structuration propres à l'axe de recherche « Transport et Échanges Environnementaux » sont peu développées dans le rapport. La structuration, l'organisation et la gouvernance de l'unité sont assurées par un directeur et un directeur adjoint élus, appuyés par un conseil de direction constitué des responsables d'axes de recherche et dont la mission principale est de faire des propositions concernant la politique scientifique du laboratoire. Il s'agit donc du schéma classique de fonctionnement d'un laboratoire universitaire français.

Une particularité à souligner est que l'équipe est constituée d'enseignants-chercheurs installés sur deux sites : le site universitaire de Cherbourg-Octeville et les locaux d'Intechmer (CNAM) à Tourlaville. Bien qu'étant localisée sur deux sites, l'équipe se réunit en principe une fois par mois, pour faire un point d'avancement sur les projets communs et également pour échanger sur les travaux présentés à tour de rôle par un chercheur.

Au cours des cinq prochaines années, le départ d'un professeur et l'arrivée de quatre nouveaux chercheurs CNAM/Intechmer sont prévus. Les nouveaux arrivants appartiennent aux 68<sup>ème</sup>, 67<sup>ème</sup> et 64<sup>ème</sup> sections de CNU et pourront apporter une expertise multidisciplinaire. Cet enrichissement scientifique et la gouvernance bicéphale assurée par un binôme d'enseignants-chercheurs HDR sont des conditions favorables à la réalisation du projet quinquennal de l'équipe.

#### Appréciation sur ce critère

Bien que localisée sur deux sites, l'équipe a adopté une organisation qui semble satisfaisante, faisant la part belle à la pluridisciplinarité.

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

Globalement, les enseignants-chercheurs participent à la formation, au travers de l'école doctorale de rattachement du LUSAC (ED n° 181, Structure Information Matières & Matériaux, SIMEM). Les huit membres de l'équipe sont impliqués en formation de par leurs responsabilités dans les structures d'enseignement locales (ESIX, CNAM). L'équipe forme ainsi de nombreux doctorants et stagiaires aussi bien sur les aspects scientifiques et que sur les aspects liés aux contraintes du contexte industriel.

Les doctorants sont encouragés à publier leurs travaux dans des revues, mais aussi, dans le cadre de la formation par la recherche, à écrire eux-mêmes un ou deux articles dans des revues à Comité de Lecture (ACL) avant la fin de leur thèse.

Des séminaires scientifiques ouverts à tous les membres de l'unité ont lieu tous les mois, mais aucune journée des doctorants n'est mentionnée dans l'activité de l'unité.

#### Appréciation sur ce critère

Globalement, l'implication de l'équipe dans la formation par la recherche est satisfaisante.

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

Pour le prochain projet quinquennal, l'axe « Transport & Échanges Environnementaux » sera rebaptisé « Écoulements et Environnement » pour acter une plus grande implication dans les activités liées au développement des Énergies Marines Renouvelables (EMR). Ce nouvel axe, animé en binôme par MM. Sylvain GUILLOU et Yann MÉAR, sera enrichi de quatre nouveaux chercheurs CNAM/Intechmer, appartenant aux 68<sup>ème</sup>, 67<sup>ème</sup> et 64<sup>ème</sup> sections du CNU.

Les activités scientifiques qui seront menées dans ce nouvel axe porteront principalement sur la connaissance de l'environnement des activités marines côtières et sur l'impact de ces activités sur l'environnement, mais aussi sur les écoulements aériens et la dynamique des aérosols. Elles seront réparties en trois opérations de recherche : (i) Ecoulements côtiers et EMR, (ii) Transport solide, sédiments et aérosols et (iii) Environnements marins naturels et impact des activités anthropiques.

Ce découpage permettra en effet d'équilibrer les thématiques de recherche et d'inscrire les opérations de recherche dans la continuité des travaux menés actuellement.

Par ailleurs, ce projet de rapprochement entre les deux équipes (LUSAC et CNAM/Intechmer) ne constitue pas un élargissement disciplinaire significatif du nouvel axe « Transport et Écoulements », mais plutôt une fertilisation croisée qui apparaît comme une bonne opportunité de fédérer des compétences autour d'un projet commun sur la connaissance de l'environnement des activités marines côtières. Outre son aspect organisationnel grâce à l'alliance structurelle qu'il introduit, ce projet pourra créer des opportunités d'ouverture vers des domaines connexes, notamment pour l'équipe du CNAM/Intechmer. Il permettra également de conforter le potentiel de recherche de l'unité en général et d'accroître la consolidation scientifique de l'équipe en particulier.

#### Appréciation sur ce critère

La nouvelle structuration de l'équipe « Transport et Écoulements » est une bonne opportunité de fédérer des compétences autour d'un projet commun sur la connaissance de l'environnement des activités marines côtières. Ce projet commun pourra créer des opportunités d'ouverture vers des domaines connexes, et permettra également de conforter le potentiel de recherche de l'unité en général et d'accroître la consolidation scientifique de l'équipe en particulier.

### Conclusion

#### ▪ Avis global sur le thème

Très bon axe de recherche qui fonctionne parfaitement malgré son implantation sur deux sites (Cherbourg-Octeville et CNAM- Intechmer à Tourlaville). Son activité scientifique au sein du LUSAC s'accompagne d'une bonne collaboration avec les milieux académiques (GDR, Ecoles d'été, Univ de Göteborg,

Univ Northwestern-Chicago, etc.) et une large ouverture sur les milieux industriels (WiBee , CERES, EDF, AREVA, CUC, UK Hydrographic Office, Ports Normands Associés, CEREMA etc.).

- **Points forts et possibilités liées au contexte**

Le projet de recherche proposé dans le nouvel axe «Transport et Ecoulements» est cohérent.

La nouvelle structuration de l'axe et le projet de rapprochement entre les deux équipes (LUSAC et CNAM/Intechmer) constituent une bonne opportunité de fédérer des compétences autour d'un projet commun sur la connaissance de l'environnement des activités marines côtières. Ce projet commun pourra créer les conditions d'une ouverture vers des domaines connexes, et permettra également de conforter le potentiel de recherche de l'unité en général et d'accroître la consolidation scientifique de l'équipe en particulier.

- **Points faibles et risques liés au contexte**

On note néanmoins quelques risques pour l'avenir. Vu que l'équipe regroupe des chercheurs qui appartiennent à des sections différentes du CNU (60<sup>ème</sup>, 68<sup>ème</sup>, 67<sup>ème</sup> et 64<sup>ème</sup>), il y a des risques de dispersion thématique. Afin de rendre possibles les échanges, potentiellement créateurs de valeur pour ce projet, entre approches numériques, expérimentale et mesures in situ, il conviendra de cadrer opportunément les actions de recherche des équipes à rapprocher (CNAM/Intechmer et LUSAC-Cherbourg).

- **Recommandations**

Il faut veiller à ce que les équipes (CNAM/Intechmer et du LUSAC-Cherbourg) ne s'appuient que sur des thématiques propres pour lesquelles elles sont déjà reconnues. L'originalité de ce regroupement et la prise de risque se situent au niveau de l'intersection qui est proposée entre les thèmes des deux équipes.

**Thème 4 :** Matériaux céramiques et composants

**Nom du responsable :** MM. Bertrand BOUDART et Jacques NOUDEM

#### Domaine d'activité

Les domaines d'activité de ce thème portent i) sur les composants isolants, les céramiques diélectriques et ii) les interactions entre les composants et l'environnement.

#### Effectifs

<b>Composition du thème en Équivalents Temps Plein</b>	<b>Au 30/06/2015</b>	<b>Au 01/01/2017</b>
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	9	
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)		
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
ETP d'autres chercheurs (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	1	
ETP de doctorants	5	
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	

<b>Bilan de l'équipe</b>	<b>Période du 01/01/2010 au 30/06/2015</b>
Thèses soutenues	7,5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1
Nombre d'HDR soutenues	

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Deux domaines d'activités sont présentés :

- composants et isolants, céramiques diélectriques organisés autour de 4 axes de recherche (condensateurs céramiques multicouches, résonateurs diélectriques, implantation ionique dans le Polycarbonate et le Polyméthylmétacrylate, matériaux pour l'énergie). Ce domaine correspond à une activité traditionnelle des chercheurs associés à ce thème et sur lequel ils ont une expertise reconnue. Les travaux de recherches portent essentiellement sur l'optimisation des procédés de fabrication des matériaux céramiques par une approche globale impliquant l'ensemble des étapes (synthèse des poudres, mise en forme, frittage, électrodage...). Ils sont menés en étroite collaboration avec le milieu industriel (Société Quertech Ingénierie à Caen, Temex Ceramics de Pessac) ;
- interactions composants-environnement organisées autour de 2 axes de recherches (Capteurs d'humidité, Irradiation de composants électroniques hyperfréquences). Ce domaine repose sur deux volets : le développement de matériaux pour capteurs dédiés à la mesure environnementale (humidité, température et rayonnements ionisants) et à l'effet des rayonnements ionisants sur certaines classes de transistors à effet de champ. Il existe naturellement une complémentarité avec le premier domaine d'activités en termes de procédés d'élaboration et de méthodes de caractérisations physico-chimiques. Les choix reposent là encore sur des attentes régionales (CPER GR2CT Gestion des Ressources, Risques et Technologie du domaine Côtier) et sur des partenariats pour des applications très ciblées (avec l'EAMEA par exemple).

L'équipe a bien suivi l'évolution des méthodes de préparation et a su prendre en compte de nouveaux besoins autour des céramiques fonctionnelles pour l'énergie. Ses travaux sont fortement connectés avec l'industrie dont elle décline avec succès les problématiques en questions scientifiques pertinentes. Elle a cherché également à répondre aux attentes des industriels locaux en développant par exemple des activités autour de l'implantation ionique dans les polymères.

Dans cet axe, il a été publié sur la période de référence 44 ACL, 2 chapitres d'ouvrage et on relève une participation à 15 congrès internationaux avec publications dans les actes du congrès et à 12 congrès nationaux avec actes. Toutes les conférences invitées de ce thème ont été faites par un seul et même chercheur exclusivement sur les supra-conducteurs. 3 ACL et 3 ACTI sont communes avec le thème 2 « Systèmes énergétiques électriques ».

#### Appréciation sur ce critère

La production scientifique est à la fois qualitativement et quantitativement très bonne, dans des journaux reconnus du domaine et avec un ratio de 1,89 ACL par ETP d'enseignants-chercheurs titulaires et assimilés et par an .

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

Il n'est pas fait état dans le dossier de collaborations internationales, hormis celles avec l'Algérie sur de la mesure de conductivité thermique et de charges d'espace dans les matériaux diélectriques.

Un des animateurs de ce thème est membre du comité international de Conference on Electroceramics. Les membres de l'équipe se déplacent de façon régulière dans les congrès internationaux, il serait important qu'ils puissent y obtenir des conférences invitées.

Sur le plan national, certains des participants à cet axe ont organisé la 8<sup>ème</sup> édition de la conférence de la Société Française d'Electrostatique. Certains d'entre eux interviennent dans l'ANR-MAPR-0013 Cheapcomponents avec la société TEMEX.

Dans le dossier, il n'est pas fait mention, pour ce thème, à des participations à des GDRs ou à des expertises de projets, ni à des échanges internationaux que cela soit en accueil ou en envoi.

#### Appréciation sur ce critère

Les membres associés à ce thème sont très bien implantés au niveau local et national avec des collaborations académiques et industrielles.

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

Les membres associés à ce thème ont bénéficié de la Région de leur expertise à travers des projets collaboratifs comme ADES (Adaptation de l'érodabilité Eolienne des Sols sableux) ou RECIF (Réutilisation de Coproduits marins en récif artificiel) montrant ainsi leur intérêt pour ce qui a trait au développement durable et à la protection de l'environnement. Ils collaborent efficacement et dans la durée avec les entreprises de ce domaine.

#### Appréciation sur ce critère

Le partenariat académique et industriel est bon aux niveaux local, régional et national avec la volonté tout à fait louable d'aider les entreprises contractantes à conserver leur position de leadership dans leur domaine.

#### Appréciation sur l'organisation et la vie de ce thème

Sur ce thème, travaillent actuellement neuf enseignants-chercheurs, un ATER, un personnel en CDD et cinq doctorants. Il est fait état de quatre départs : les deux professeurs animateurs de ce thème et deux maîtres de conférences. Par conséquent, il n'y aura plus de professeurs sur ce thème, qui accueillent par ailleurs un HDR, spécialiste en matériaux (section 33 du CNU).

#### Appréciation sur ce critère

Au vu des départs annoncés et des pratiques, l'intégration de ce thème dans l'axe « Systèmes Énergétiques Électriques » est donc, sur la question des ressources humaines, particulièrement opportune.

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

Sur ce thème travaillent cinq doctorants, tous supervisés par le même directeur de thèse. Il n'est pas fait explicitement mention dans le dossier des implications des personnels de ce thème dans la formation par la recherche, hormis l'encadrement au quotidien des doctorants. Ceci peut s'expliquer par l'éloignement géographique entre Caen et Cherbourg.

#### Appréciation sur ce critère

L'implication à la vie de l'école doctorale se limite à l'encadrement des doctorants.

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

Une restructuration du Laboratoire a été proposée pour le prochain contrat. La thématique matériaux fait l'objet d'une fusion avec celle des Systèmes énergétiques électriques pour donner lieu à une thématique unique, intitulée Stockage de l'énergie électrique et matériaux.

#### Appréciation sur ce critère

La thématique matériaux a fait l'objet d'une fusion avec celle du stockage de l'énergie électrique. On trouvera les détails du projet dans le thème 2 du présent rapport.

## Conclusion

### ▪ Avis global sur le thème

Le premier domaine d'activités "Composants Isolants, Céramiques Diélectriques" de la thématique Matériaux Céramiques et Composants s'appuie sur une expertise ancienne et reconnue du LUSAC.

Le deuxième domaine d'activités "Interactions composants Environnement" est en bonne complémentarité du premier en particulier sur les procédés et les caractérisations, tout en apportant une ouverture vers l'intégration des matériaux dans les systèmes et vers la fiabilité des composants.

La production scientifique sur ce thème est de bon niveau. L'interaction avec le tissu industriel est forte.

Les questions scientifiques abordées sont pertinentes.

### ▪ Points forts et possibilités liées au contexte

Ce thème s'appuie sur une expertise reconnue et originale autour des procédés d'élaboration et des relations procédés/propriétés.

Les équipements sont nombreux, bien adaptés et de qualité.

Il existe une forte interaction avec le monde industriel et avec les collectivités régionales.

### ▪ Points faibles et risques liés au contexte

Le départ de quatre enseignants-chercheurs fragilise cette activité.

Les conférences invitées ont uniquement porté sur les supraconducteurs et ont été faites par un seul enseignant-chercheur, sur la période examinée.

La majorité des collaborations est régionale ou nationale.

L'interaction entre les membres travaillant sur ce thème n'apparaît pas comme forte.

### ▪ Recommandations

La fusion des thèmes 2 et 4, dans le prochain contrat quinquennal, apporte une solution au problème des départs au plan « gestion des ressources humaines ». Il faudra néanmoins veiller à ce que l'activité en matériaux, en particulier l'étude des relations entre les procédés d'élaboration et les propriétés, sur laquelle le LUSAC a une excellente expertise, soit maintenue. Pour gagner en lisibilité sur cette activité, il est également recommandé de la présenter plus comme une recherche de réponses à un questionnement scientifique général (par exemple : comment la texturation améliore les phénomènes de transport ?) que comme une recherche de solutions à un problème industriel.

Afin de créer une véritable synergie entre les spécialistes des matériaux et ceux des systèmes, au sein du nouveau thème « Stockage de l'énergie et Matériaux », il faudra veiller à ce que les actions de recherche ne se limitent pas à une superposition des expertises mais à une approche plutôt transdisciplinaire.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

Début :	Mardi 24 novembre 2015 à 15h00
Fin :	Mercredi 25 novembre 2015 à 14h00

### Lieu de la visite

Institution :	Université de Caen, site de Saint-lô
Adresse :	120, rue de l'Exode, 50 000 Saint-Lô

### Deuxième site éventuel

Institution :	Université de Caen, site de Cherbourg
Adresse :	60, rue Max-Pol Fouchet, CS 20082, 50130 Cherbourg-Octeville

### Locaux spécifiques visités

Le parc expérimental de l'équipe Energétique et Transferts thermiques, situé à Saint-Lô

Le parc expérimental des équipes : Stockage de l'énergie électrique, Matériaux et fluides, situé à Cherbourg

### Déroulement ou programme de visite

Le programme de visite s'est déroulé conformément à l'agenda initial.

Durée	Lieu	Horaires	Objet	
30'	St Lô	15:00-15:30	<b>24 Novembre</b> Accueil et Réunion à huis-clos du comité	Comité
35'		15:30-16:05	Présentation du Bilan global du Laboratoire (20' présentation + 15' discussion)	Hamid Gualous Plénière
55'		16:05-17:00	Bilan et Projet Thématique SET : (35' présentation + 20' discussion)	Hasna Louahlia Jean-Régis Angilella Hamid Gualous Plénière
15'			Pause	
25'		17:15-17:40	Bilan Thématique MCC et projet (15' présentation + 10' discussion)	Bertrand Boudart Plénière
20'		17:40-18:00	Entretien avec M. Jurie de l'ED SIMEM	Représentant et comité
30'		18:00-18:30	Visite LUSAC site de Saint Lô.	Comité et personnel du laboratoire
		18:45	Déplacement à Cherbourg (1h de route) ; 20h dîner à Cherbourg	Comité et personnel du laboratoire
			<b>25 Novembre matin</b>	
45'	Cherbourg	8:00-8:45	Présentation du Projet global du Laboratoire (20' présentation + 25' discussion)	Hamid Gualous Plénière
60'		8:45-9:45	Visite LUSAC site de Cherbourg	
30'		9:45-10:15	Entretien avec les enseignants-chercheurs	Représentants et comité
20'		10:15-10:35	Entretien avec les BIATTS	Représentants et comité

20'	10:35-10:55	Entretien avec les doctorants et post doc et ATER	Représentants et comité
20'	10:55-11:15	Pause	
30'	11:15-11:45	Entretien avec M. Delahaye VP Recherche	Représentants et comité
15'	11:45-12:00	Entretien final avec l'équipe de direction	Equipe de direction et comité
120'	12:00- 14:00	Debriefing du comité à huis-clos (plateaux-repas)	Comité
	14:00	Fin de la visite. Départ du comité	

## 6 • Observations générales des tutelles

Caen, le 12 février 2016

L'administrateur provisoire de  
l'Université  
de Caen Normandie

à

Monsieur le Directeur  
Section entités de recherche  
HCERES**V/REF : EVALUATION S2PUR170012861 - LABORATOIRE UNIVERSITAIRE DES SCIENCES  
APPLIQUEES DE CHERBOURG - 0141408E**

Monsieur le Directeur,

Nous remercions vivement le délégué scientifique du HCERES, M. Christophe GOURDON, M. Najib LARAQI le président du comité HCERES et Mrs Xavier ROBOAM, Abdellatif OUAHSINE et Laurent LEBRUN les membres du comité HCERES qui se sont déplacés jusqu'à Saint Lô et Cherbourg pour expertiser le LUSAC. Un grand merci à eux également pour le rapport et les recommandations qui vont servir à l'unité comme feuille de route pour le prochain plan quinquennal.

Je vous prie de recevoir, Monsieur le Directeur, mes sincères salutations.

L'administrateur provisoire  
de l'Université de Caen  
Normandie

Marc Levalois