LE2P - Laboratoire d'énergétique, électronique et procédés

Rapport Hcéres

▶ **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LE2P - Laboratoire d'énergétique, électronique et procédés. 2014, Université de La Réunion. hceres-02033428

HAL Id: hceres-02033428

https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033428

Submitted on 20 Feb 2019

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

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

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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire d'Energétique, Electronique & Procédés

LE2P

sous tutelle des établissements et organismes :

Université de la Réunion

Février 2014

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

Section des Unités de recherche

Pour l'AERES, en vertu du décret du 3 novembre 2006[1]*,*

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

Au nom du comité d'experts,

- M. Christian INARD, président du comité

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

Rapport d'évaluation

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

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

Nom de l'unité :	Laboratoire d'Energétique, Electronique et Procédés
Acronyme de l'unité :	LE2P
Label demandé :	EA
N° actuel :	4079
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Jean-Pierre CHABRIAT
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Jean-Pierre CHABRIAT

Membres du comité d'experts

Président :

M. Christian INARD, Université La Rochelle

Experts :

M. Andrzej DUDA, Ensimag

M. François LAPICQUE, ENSIC

M. Marc MUSELLI, Université de Corse

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Hassan PEERHOSSAINI

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

M. Hassan BENCHERIF (directeur-adjoint de l'École Doctorale Sciences, Technologies et Santé ED n°542)

M^me^ Corinne DUBOIN, Université de la Réunion

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire LE2P est une structure de recherche fondée en 2006 après la scission du Laboratoire de Génie Industriel (LGI) en deux unités de recherche, le LE2P et le LPBS devenu depuis PIMENT. Le LE2P est associé à l'UFR Sciences et Technologies de l'Université de la Réunion. Le LE2P est principalement localisé sur le campus du Moufia à Saint-Denis et le campus TechSud à Saint-Pierre.

Équipe de direction

L'équipe de direction du LE2P se compose d'un directeur, M. Jean-Pierre CHABRIAT et d'une directrice-adjointe M^me^ Brigitte GRONDIN-PEREZ.

Nomenclature AERES : ST 5 « Sciences Pour l'Ingénieur »

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	12	12
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	3
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	2	
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		2
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	5	9
TOTAL N1 à N6	**22**	**26**

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	12	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	7

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Lors du précédent contrat, l'unité comportait un axe de recherche « Optimisation de systèmes énergétiques solaires photovoltaïques intelligents » organisé en trois opérations scientifiques (OS1 : Variabilité du gisement solaire à La Réunion et en zone tropicale, OS2 : Stockage de l'énergie, OS3 : Optimisation énergétique des réseaux de capteurs). Pour le prochain contrat, l'organisation générale est identique, avec néanmoins une légère évolution dans les dénominations, à savoir un seul axe de recherche intitulé « Optimisation de systèmes énergétiques solaires ou intermittents intelligents » et trois opérations scientifiques (OS1 : Gisement solaire. Variabilité à la Réunion et en zone tropicale, métrologie et modélisation, OS2 : Stockage et conversion de l'énergie. Systèmes pile à combustible et hybridation, OS3 : Optimisation énergétique de réseaux de capteurs WSN). Au vu du faible effectif de l'unité, cette stratégie est adéquate. La lecture du rapport d'activité ne permet pas de connaître la répartition des ETP EC par OS. Il est à noter que les EC sont rattachés à quatre sections différentes du CNU (37, 61, 62 et 63) traduisant une bonne pluridisciplinarité.

L'unité a mis en œuvre une stratégie de travail en réseaux tant national qu'international. Ce travail semble porter ses fruits mais doit être poursuivi afin d'améliorer la visibilité nationale et internationale de l'unité. Les activités de recherche liées au FEDER ainsi que la contractualisation avec la région sont très importantes. Par contre, les activités contractuelles avec le secteur privé sont très faibles.

La production scientifique est en forte hausse puisque le taux moyen d'article publié/EC/an est passé de 0,09 à 0,35. Cependant, ce taux de production reste à augmenter. Une forte progression est également observée pour le nombre de thèses soutenues par HDR qui est passé de 0,25 à 1.

Le projet scientifique proposé pour le prochain contrat s'articule autour d'orientations stratégiques en cohérence les unes avec les autres et en synergie avec les priorités identifiées au niveau du territoire.

Enfin, le comité d'experts note le dynamisme de l'unité depuis 2010 dans le montage de projets scientifiques en forte cohérence avec les axes prioritaires du laboratoire et la volonté de diversifier les sources de financement de la recherche. Cet effort se doit d'être poursuivi dans un contexte budgétaire contraint en matière de financements nationaux et européens.

Points forts et possibilités liées au contexte

- Amélioration de la production scientifique dans des revues de rang A par rapport au contrat précédent.
- Forte activité sur les projets FEDER et Région.
- Bonne qualité de vie dans le laboratoire.
- Bonne implication dans la formation par la recherche.
- Quatre sections disciplinaires (37, 61, 62 et 63) adaptée à la couverture thématique.
- Forte augmentation du nombre de doctorants.
- Participation à trois GDR.
- Direction de l'unité pragmatique, dynamique et ambitieuse.

Points faibles et risques liés au contexte

- Production scientifique dans des revues de rang A de niveau encore moyen.
- Faible activité contractuelle avec le secteur privé.
- Gouvernance de l'unité (manque de reconnaissance formelle du rôle décisionnel du directeur).
- Durée des thèses trop longue (47 mois en moyenne).
- Faible visibilité nationale mais surtout internationale.

- Peu d'interactions entre les 3 opérations scientifiques.
- Faible nombre de MCF HDR.
- Forte disparité thématique eu égard aux effectifs EC permanents.
- Fréquence trimestrielle des séminaires trop faible.

Recommandations

Le comité d'experts recommande de :

- améliorer la qualité de la production scientifique en publiant dans des revues et des conférences sélectives ;

- augmenter le nombre de séminaires ;

- renforcer les interactions entre les opérations par exemple par un travail commun sur Smart Grids ou la récupération d'énergie ;

- renforcer le partenariat avec le secteur privé ;

- diminuer la durée des thèses ;

- poursuivre l'effort de mobilité entrante et sortante afin d'accroitre la visibilité nationale et internationale ;

- augmenter le potentiel d'encadrement (nombre de HDR) ;

- mieux positionner les orientations stratégiques de la recherche vis-à-vis d'autres unités nationales et internationales ;

- complément au dossier demandé pour la gouvernance dans le sens du renforcement du rôle décisionnel et de l'autorité du directeur (avec mise en place d'instances : bureau, conseil consultatif élu et conseil scientifique avec membres extérieurs par exemple).

3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le volume de la production scientifique (17 articles en RIACL, 1 participation à un ouvrage et 36 communications dans des conférences avec actes) est en forte progression mais reste en deçà des standards de laboratoires reconnus. Sur le prochain contrat, il conviendra d'améliorer sensiblement ces indicateurs. L'unité doit également veiller à la qualité de la politique scientifique des revues et des conférences dans lesquelles les enseignants-chercheurs publient leurs travaux. A ce titre, la liste des productions scientifiques marque l'absence ou la quasi-absence de revues et conférences internationales de référence principalement dans les domaines de la ressource solaire, de l'hydrogène-énergie et des réseaux de capteurs.

Chaque opération scientifique concerne des thématiques très différentes de celles des autres avec un large éventail d'activités pour chacune. En dépit de leur production moyenne, les groupes thématiques sont tout de même connus nationalement, comme en témoignent leurs implications dans des GDR et des contributions à des projets ANR.

Le laboratoire développe une politique scientifique cohérente s'appuyant sur 3 opérations scientifiques pertinentes. Les activités de l'opération scientifique 1 « Gisement solaire. Variabilité à la Réunion et en zone tropicale, métrologie et modélisation » portent plus particulièrement sur la caractérisation (estimation, prévision) d'une source d'énergie renouvelable : le rayonnement solaire. Ces travaux sur l'intrant énergétique solaire sont particulièrement pertinents dans une approche systémique globale portant sur la modélisation énergétique de systèmes utilisant une source intermittente fatale variable dans l'espace et le temps. Cette évaluation de la ressource s'avère également indispensable lorsque les systèmes énergétiques associés seront intégrés sur des réseaux électriques non-interconnectés comme cela est souvent le cas en milieu insulaire. L'opération scientifique 2 «Stockage et conversion de l'énergie. Systèmes pile à combustible et hybridation », construit autour de la modélisation d'une pile à combustible en tant que brique technologique ou intégrée dans un système hybride, pourrait bénéficier des avancées acquises sur la caractérisation de l'intrant solaire. Les deux principaux axes scientifiques de cette OS sont « Modélisation pour la commande optimale de systèmes pile à combustible » et « Intégration de piles à combustible et d'électrolyseurs dans les systèmes énergétiques (hybridation) ». Cette OS relativement nouvelle au sein de l'unité a nécessité de la part de certains EC une reconversion thématique expliquant la très faible visibilité de ces activités actuellement. Enfin, l'opération scientifique 3 «Optimisation énergétique de réseaux de capteurs WSN » concerne une problématique très porteuse liée aux réseaux de capteurs et à l'Internet des Objets. Pour cette OS, il existe deux volets qui sont « Economie de l'énergie dans les réseaux de capteurs » et « Récupération de l'énergie sans fil ». Le premier volet concerne une direction déjà bien exploitée et les contributions restent marginales et n'ont que peu d'impact visible sur le domaine. Par contre, le deuxième volet est plus original et comporte des idées nouvelles qui méritent un développement futur et la prise en compte au niveau protocolaire.

Cette logique scientifique induit nécessairement l'opportunité de développer au sein de l'unité des approches pluri-, voire inter-transdisciplinaires. Plusieurs sections CNU sont représentées dans l'unité avec une prédominance des sections 62 (4 EC/12) et 63 (4 EC/12) particulièrement complémentaires dans le domaine de l'énergie, accompagnées dans une moindre mesure des sections 61 (2 EC/12) et 37 (2 EC/12). Toutefois, on a du mal à percevoir cette volonté de travailler aux interfaces disciplinaires, sources d'innovations scientifiques.

A priori, il n'est probablement pas souhaitable de vouloir effectuer d'autres modifications dans la structure des équipes et dans les thèmes abordés, de par la grande disparité des actions, la jeunesse de l'unité où beaucoup cherchent encore leurs marques. En revanche, il serait souhaitable que davantage de liens soient tissés entre les équipes, en particulier la thématique de Smart Grids peut bénéficier des apports de plusieurs équipes.

Une politique de valorisation et de transfert des résultats de la recherche devra être élaborée dans l'objectif de développer des indicateurs autour de la propriété intellectuelle et industrielle.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement de l'unité pourrait être qualifié de moyen en raison notamment d'une production scientifique assez faible. Toutefois cette assertion doit être nuancée par plusieurs points.

Etre implanté loin de la métropole est une difficulté supplémentaire pour un laboratoire de recherche, certes, mais le dossier fait état de projets existants ou en cours avec des pays voisins tels que Madagascar, l'Australie, l'Inde ou des îles pas trop éloignées dans l'océan indien. La collaboration avec IIT de New Delhi est un point positif.

Un certain nombre d'étudiants de master effectuant un stage de recherche au LE2P viennent de la Métropole et des pays étrangers « limitrophes ». Le LE2P semble avoir une dimension, une attractivité certaine dans l'ouest de l'océan Indien dans le domaine de la gestion de l'énergie voire au-delà.

L'unité de recherche parvient à recruter de plus en plus de doctorants dont 50 % étrangers, et bénéficie ainsi de davantage de moyens.

L'unité commence à obtenir des résultats sur la problématique de la diversification des sources de financement de la recherche. En effet, le dossier d'évaluation mentionne des financements provenant principalement de programmes européens, des collectivités territoriales et dans une faible mesure, de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Il faudra veiller à poursuivre et intensifier l'effort de reconnaissance sur les réponses à projet sur appel d'offre aux niveaux international et national.

L'unité de recherche a également engagé une politique volontariste pour s'intégrer dans plusieurs GDR nationaux, en particulier les GDR Ondes et HYSPAC. Les échanges avec les unités de recherche nationales et internationales se développent, toutefois, le dossier ne précise pas si ces partenariats sont formalisés au niveau institutionnel.

L'unité doit chercher à développer son attractivité et son rayonnement encore modestes par l'accueil de chercheurs de haut niveau et encourager la mobilité entrante et sortante à l'aide des dispositifs d'enseignants invités et de post-doctorants, au travers par exemple de l'organisation de manifestations scientifiques internationales. Sur le plan des relations avec la communauté nationale, il est regrettable que n'apparaissent pas des collaborations fortes avec des laboratoires de métropole spécialisés dans l'estimation et l'évaluation de la ressource solaire et ses applications énergétiques aux systèmes hybrides.

Lors du précédent contrat, une dizaine de chercheurs invités ont été accueillis au sein du LE2P et plusieurs EC du laboratoire sont membres de comités éditoriaux de revues internationales.

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

L'unité de recherche semble tout à fait bien intégrée dans son environnement local au regard des collaborations et investissements de ses membres dans plusieurs secteurs du territoire spécialement pour les opérations scientifiques 1 et 3.

Le partenariat entre l'unité et le Cluster TEMERGIE, partenaire du pôle de compétitivité CAPENERGIES, centré sur les énergies non génératrices de gaz à effet de serre, représente un véritable atout puisque le Cluster regroupe de très nombreux acteurs de l'industrie, de la recherche et de la formation en métropole et sur de nombreux milieux insulaires. Le laboratoire LE2P est également membre de CAPENERGIES.

En partenariat avec l'Etat et la Région, l'unité a contribué à l'élaboration de nombreux documents stratégiques en matière de recherche (SRI 2010, Assises Territoriales 2012 etc.), ce qui montre un ancrage important et des interactions concrètes avec l'environnement politique, social et culturel du territoire. Ces partenariats ont permis d'émarger sur les programmes opérationnels européens type FEDER fortement orientés vers la recherche. De plus, la présence de financements externes tant au plan national (ANR) qu'européen atteste d'une certaine reconnaissance.

Toutefois, pour l'opération scientifique 1, les relations contractuelles avec des partenaires industriels, découlant des aspects applicatifs des recherches, ne sont pas véritablement décrites (et encore moins chiffrées) à l'exception de quelques exemples du cluster TEMERGIE et d'une thèse CIFRE avec le transfert technologique d'anciens programmes de recherche vers un groupe industriel local. Cette description aurait mérité plus de détails sur le transfert des résultats de la recherche vers le monde socio-économique (objets techniques transférés, durée de la relation partenariale, type de conventionnement, propriété intellectuelle et industrielle, émergence de nouvelles problématiques de recherche pour l'unité).

On note également une participation à la diffusion de la science au travers de manifestations telle que « Fête de la science ».

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

La politique scientifique et l'animation au sein de l'unité sont dynamiques et ambitieuses. On constate une réelle volonté de la direction de l'unité pour organiser scientifiquement, techniquement et humainement l'unité de recherche et ceci avec un certain pragmatisme.

L'animation scientifique au sein de l'unité est assurée par l'organisation de réunions thématiques hebdomadaires, bimestrielles et trimestrielles. Le conseil de laboratoire se réunit au moins deux fois par an. Le site internet de l'unité, opérationnel depuis 2013 décrit correctement les activités du laboratoire. De plus, l'unité propose régulièrement des séminaires internes de travail sur les différents thèmes de recherche (11 en 2012 et 3 en 2013 au 30 juin 2013). Par ailleurs un groupe chargé de l'évaluation des risques et de la sécurité au laboratoire a été constitué. Les actions menées par ce groupe sont bien décrites dans le document : établissement des procédures de mise en route et arrêt des installations, inventorisation des problèmes techniques dans chaque pièce, proposition d'amélioration et de suivi, gestion optimale des espaces bureaux et des plates-formes expérimentales. Tout ceci a abouti à la mise en place du DUER (Document Unique d'Evaluation des Risques).

Globalement, on constate de réels efforts du personnel du laboratoire pour organiser un laboratoire encore jeune et dans des conditions pas toujours faciles, notamment avec un effectif ITA assez modeste et la double localisation. Les surfaces dévolues aux activités de l'unité représentent 528 m² dont 212 m² dédiés aux bancs expérimentaux. Ceci correspond donc à un ratio par personnel acceptable.

Durant le dernier contrat, l'unité a adopté des statuts validés par le CA de l'établissement. La gouvernance de l'unité est assurée par un conseil décisionnaire constitué des membres permanents du laboratoire, un représentant des membres temporaires et un représentant des membres associés. Le comité d'experts est d'avis que ce mode de gouvernance n'est pas très efficient pour une unité de recherche. Il préconise fortement le changement de gouvernance pour s'orienter, par exemple, vers un bureau de laboratoire, un conseil consultatif élu et un conseil scientifique avec des membres extérieurs afin de renforcer le rôle décisionnel du directeur de l'unité.

Le 11 mars 2014, le directeur de l'unité a transmis au comité une nouvelle proposition pour la gouvernance de l'unité. La nouvelle gouvernance proposée s'articule autour de différentes instances qui sont : bureau, conseil de laboratoire consultatif et conseil scientifique. Cette proposition est tout à fait conforme au mode de gouvernance largement usité par les unités de recherche.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les membres du laboratoire LE2P sont fortement impliqués dans plusieurs formations de trois composantes de l'université à savoir l'UFR Sciences et Techniques, l'IUT (Réseaux et Télécommunications) et l'ESIROI (IDAI). Pour les formations, il s'agit de la licence SPI, du Collège de Sciences et Ingénierie (CPGE), du DUT Réseaux et Télécommunications, de la licence professionnelle Réseaux et Télécommunications, du master Conversion des Energies et de la spécialité IDAI de l'ESIROI. Plusieurs membres du LE2P sont responsables de formations, un EC du LE2P est affecté à l'ESIROI.

Par ailleurs, 40 stagiaires de master ou d'école d'ingénieurs ont été accueillis au sein de l'unité de recherche de 2009 à 2013.

Le laboratoire LE2P est rattaché à l'école doctorale Sciences, Technologies et Santé (STS, ED 542). Il est à noter que cette école doctorale est très jeune puisqu'elle a été créée en 2011. Le directeur du LE2P est membre du conseil de l'école doctorale. La formation doctorale vient d'être mise en place avec une priorité aux enseignements non disciplinaires, ce qui laisse peu de place pour les enseignants-chercheurs de LE2P. Il est à noter que l'école doctorale ne dispose pas de statistiques à l'échelle des unités de recherche.

Toutes les thèses sont financées et la durée moyenne est de 47 mois. Tous les docteurs ont un emploi et celui-ci est bien spécifié dans le rapport d'activité. Il est à noter une progression forte du nombre de doctorants qui est de 12 par rapport aux 5 thèses soutenues lors du précédent contrat.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie du laboratoire pour le prochain quinquennal montre la volonté de s'inscrire dans une dynamique scientifique vertueuse. Le projet proposé s'articule autour d'orientations stratégiques en cohérence les unes par rapport aux autres et en synergie avec les priorités identifiées à l'échelle du territoire par la Stratégie Régionale de l'Innovation. Ainsi, la structuration proposée consiste en trois opérations scientifiques :

- OS1 – Gisement solaire, Variabilité à La Réunion et en zone tropicale, Métrologie et modélisation ;

- OS2 – Stockage et conversion de l'énergie. Systèmes pile à combustible et hybridation ;

- OS3 - Optimisation énergétique de réseaux de capteurs WSN.

Depuis sa restructuration en 2010, les activités de l'OS1 se sont inscrites dans le montage de projets scientifiques ambitieux dans les domaines de la caractérisation de la ressource solaire (projets RCI_GS, 2010-2014 ; GEO_SUN, 2013-2015) et son évolution à différentes échelles temporelles et spatiales (projets AXISoi & GYSOMATE). L'estimation et la prévision des intrants énergétiques intermittents représentent une étape préalable incontournable pour la modélisation dynamique d'un système énergétique. La complémentarité des compétences dans le laboratoire (CNU37, 61, 62 et 63) permettra de développer non seulement des recherches disciplinaires (caractérisation énergétique de la ressource, métrologie, mesures) mais également des recherches inter- voire transdisciplinaires. Toutefois, le comité d'experts aurait souhaité que soit expliqué plus clairement le positionnement du projet proposé au regard des activités de recherche développées dans d'autres structures de recherche nationales ou internationales pour ainsi identifier plus clairement l'originalité des orientations proposées.

Pour l'opération scientifique 2, les questions scientifiques traitées concernent les conditions de vieillissement de la membrane échangeuse de protons et le rendement d'une pile à combustible en milieu tropical humide ainsi que l'étude des systèmes énergétiques hybrides à base de pile à combustible associée au développement de systèmes de stockage d'énergie performants. Les perspectives sont majoritairement orientées vers le contrôle optimal d'un système hybride de production et de stockage de l'énergie. Comme précisé précédemment, cette thématique relativement nouvelle au sein de l'unité doit contribuer à augmenter sa visibilité tant nationale qu'internationale. Par ailleurs, il existe le risque de dépenser du temps et de l'énergie pour refaire le chemin déjà effectué par d'autres équipes. Les membres de cette OS sont conscients de ce problème et ont déjà entamé une politique de mobilité sortante afin de nouer des collaborations extérieures. Le comité d'experts les encourage dans cette démarche.

Enfin, les points forts du projet pour l'OS3 résident dans le plan d'actions qui inclue l'aspect concernant les modules permettant le réveil des nœuds (WURx : wake-up receiver). Ce type de modules manque actuellement et ils permettraient de diminuer considérablement la consommation énergétique des nœuds, ce qui ouvre la voie à une recherche originale. Par ailleurs, les membres de cette OS devraient exploiter les opportunités ouvertes par l'Internet des Objets avec la partie intéressante de Big Data ainsi que la prise en compte de la récupération de l'énergie. Une direction prometteuse peut concerner également les réseaux bas débit, longue distance comme SigFox qui apportent une large couverture.

La volonté de l'unité de développer des activités de R&D/Innovation par l'élaboration de plateformes de recherche finalisée en lien avec le Cluster TEMERGIE représente une perspective intéressante. Ces outils seront à la fois une grande chance et porteurs d'opportunité pour l'unité, qui pourra ainsi acquérir une position de leader à l'échelle nationale et internationale. Toutefois, l'unité devra veiller à développer une recherche amont de qualité identifiant des problématiques scientifiques solides, permettant de déboucher sur des travaux de recherche ayant de réelles possibilités d'application et de valorisation pour les partenaires industriels.

L'analyse SWOT du laboratoire permet de dégager des lignes directrices pour la prochaine période. Elle aurait mérité toutefois une analyse plus fine des faiblesses et menaces de l'unité.

Enfin, lors de l'entretien du comité d'experts avec la direction de l'unité, le directeur a émis l'idée de la création, au niveau de l'établissement, d'un institut de recherche thématique Energie Intelligente (EI). Les laboratoires fondateurs pressentis pour cet institut seraient les laboratoires LE2P, LIM et PIMENT. Au vu des activités similaires sur la prévision de la ressource solaire, du rattachement de l'ex équipe AIM au laboratoire PIMENT, des collaborations du laboratoire LE2P avec le laboratoire LIM sur la prévision de la ressource solaire et des complémentarités très fortes sur certaines actions de recherche, le comité d'experts encourage l'établissement à étudier sérieusement cette alternative. Cela pourrait permettre de provoquer des collaborations constructives entre les EC des différentes unités citées précédemment.

4 • Déroulement de la visite

Date de la visite

Début : Jeudi 27 février 2014 à 11h (heure locale)

Fin : Jeudi 27 février 2014 à 18h30

Lieu de la visite

Institution : Faculté des Sciences et Techniques

15 avenue René Cassin

CS 92003

97744 Saint-Denis Cedex 9

Locaux spécifiques visités :

Laboratoires (plates-formes expérimentales)

Déroulement ou programme de visite

- Réunion à huis clos du comité d'experts
- Présentation du bilan du laboratoire
- Présentation du projet du laboratoire
- Rencontre du comité d'experts avec les EC
- Rencontre du comité d'experts avec les BIATSS
- Visite des plates-formes expérimentales
- Rencontre du comité d'experts avec les doctorants et post-doctorants
- Rencontre du comité d'experts avec le directeur adjoint de l'École Doctorale STS
- Rencontre du comité d'experts avec la vice-présidence du Conseil Scientifique
- Rencontre du comité d'experts avec la direction du laboratoire
- Réunion à huis clos du comité d'experts.

5 • Observations générales des tutelles

LE²P - EA 4079 - *Evaluation AERES 2014*
réponse au comité d'experts

Saint-Denis, le 19 mai 2014

S2PUR150008730 - Laboratoire d'Energétique, Electronique et Procédés - 9740478B

1. réponse du directeur *(Pr J-P Chabriat)*

Les membres du laboratoire saluent l'expertise détaillée et précise du LE²P réalisée par le comité. Associé aux échanges exhaustifs de la visite, le rapport analyse avec précision et pertinence nos activités, nos résultats et notre projet. Il présente des recommandations correspondantes au plan d'action de la stratégie de l'unité exposée lors de notre rencontre avec la délégation de l'AERES en février 2014.

Nous sommes réceptifs aux appréciations détaillées du rapport et particulièrement à l'appréciation relative à la stratégie et le projet à cinq ans. Cette dernière indique des propositions d'évolution structurelle et d'initiatives scientifiques susceptibles d'optimiser la trajectoire entreprise par l'unité depuis 2010. Elles permettront de consolider le projet du laboratoire, stabilisé autour de trois opérations scientifiques (OS) cohérentes.

Conformément aux recommandations générales du comité, nous accentuerons notre plan d'action :

- consolider la qualité de la production scientifique[1]
- conforter l'encadrement doctoral, raccourcir la durée des thèses[2] et développer l'accueil d'étudiants en post-doc
- développer des projets aux interfaces pour une meilleure synergie des OS dans le champ scientifique du *monitoring et la gestion intelligente de l'énergie (e.g. projet GYSOMATE) favorisés par la mise en place de séminaires mensuels*
- renforcer les partenariats avec le secteur privé et valoriser notre production scientifique et technologique
- soutenir l'adhésion des membres du LE²P aux réseaux nationaux relatifs aux OS
- confirmer l'ouverture internationale, en particulier dans l'axe indiaocéanique

Enfin, la direction du laboratoire proposera la constitution d'une fédération "Energie Intelligente" (EI) au niveau de l'établissement, en association avec le LIM et PIMENT. Son objectif serait de favoriser des initiatives scientifiques communes, de développer des relations avec le secteur privé et de proposer une formation doctorale thématique (EI) au sein de l'école doctorale STS.

Une réponse *ad hoc* relative à chaque opération scientifique est présentée par chaque responsable d'OS.

Université de la Réunion
Le Directeur
Laboratoire d'Energétique d'Electronique et Procédés

UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION
La Vice-Présidente
en charge de la Recherche
Pr. Corinne DUBOIN

[1] *avec un objectif d'un ratio ACL/EC/an de 0,6*
[2] *avec un objectif de durée moyenne de 36 à 40 mois*

2. réponse du responsable de l'OS 1 "Gisement solaire, Variabilité à La Réunion et en zone tropicale, Métrologie et modélisation" *(Pr M Bessafi)*

L'**OS 1 est un pivot de la stratégie du laboratoire, en particulier pour le renforcement de partenariats avec le secteur privé**. Son potentiel de développement d'activité contractuelle est important. La modification des politiques publiques en matière de développement des ENR a changé le contexte général et a rendu nos tentatives de collaborations ardues. Un partenariat a été mis en œuvre avec l'entreprise privée ENERTIME avec le projet ORCHYRE et le recrutement d'un chercheur en contrat post-doctoral (2013).

Les projets RCIGS[3], GEOSUN[4], AXISOI[5], GYSOMATE[6], RIVAGES[7] dont les thèmes sont identifiés comme des priorités du territoire et plus largement de la région Sud-Ouest Océan Indien, sont développés en partenariat avec le cluster TEMERGIE. Cette collaboration permet de favoriser le rapprochement avec le secteur privé afin d'y associer en amont les entreprises.

En outre les trois projets GEOSUN, AXISOI et RIVAGES sont élaborés pour développer nos collaborations internationales dans l'axe indiaocéanique et au sein de la COI[8].

Concernant les recommandations, nous partageons les avis du comité d'experts et nous avons programmé des actions spécifiques pour améliorer certains points qui nous paraissent prioritaires :

- la soutenance de l'habilitation à diriger les recherches de Béatrice Morel prévue en 2014-2015
- un objectif de 2 publications ACL par an
- une contribution active aux séminaires mensuels de l'unité
- la soutenance de deux thèses en 2015 dans l'OS1 (avec un objectif de durée moyenne de 36 à 40 mois).
- l'intégration du Groupe de travail Photovoltaïque animé par SORUN - Gouvernance Energie Réunion. "PV PLUS". (SORUN: Syndicat des professionnels de l'énergie solaire à La Réunion)
- l'insertion consolidée des chercheurs de l'OS au sein de fédérations ou de programmes internationaux (OMNCG, CORDEX)

L'OS 1 est engagée dans des collaborations nationales et internationales sur deux sujets: la prédiction du rayonnement solaire à l'échelle de l'heure et de la journée et la modélisation de la variabilité spatiale et temporelle du gisement solaire utilisant notamment un modèle régional de climat REGCM. Des partenariats sont actifs avec le LIM, MAPMO (Orléans) et l'INRIA d'une part et avec l'ICTP (Trieste) et le CRC (Dijon) d'autre part.

Ces collaborations sont étendues sur le plan expérimental (réseau de mesures terrestres du gisement solaire et intercomparaisons) avec l'université de **Durban**.

Enfin, le rapprochement avec l'OS 2 est opéré par l'intermédiaire de plusieurs actions:

- l'application d'algorithmes originaux de prédiction développés par l'OS 2 à la prévision court-terme du rayonnement solaire
- l'association et l'intégration des travaux des deux OS dans le projet GYSOMATE

---

[3] Réseau de Capteurs Intelligents pour l'estimation du Gisement Solaire
[4] GisEment sOlaire : meSures, évalUation, coopératioN
[5] Analyse des CorrélationS sur l'Irradiance Solaire dans la zone sud-ouest de l'Océan Indien
[6] Gestion dYnamique d'un réseau composé d'unités de production Solaire et de moyens de stOckage organisés suivant un Maillage intelligent pour la mAîtrise de la consommaTion Energétique
[7] Réseau Iles Vanilles GisemEnt Solaire
[8] Commission de l'Océan Indien

3. réponse du responsable de l'OS 2 "Stockage et conversion de l'énergie. Systèmes pile à combustible et hybridation" *(Pr B. Grondin-Pérez)*

L'**opération scientifique 2** de la nouvelle stratégie de l'unité, **a été initiée en 2010**.
La reconversion thématique des chercheurs, a été opérée en partenariat avec trois laboratoires nationaux reconnus : LEPMI, LEMTA, PPRIME.

- LEPMI : Séjours de B. Grondin-Perez, M. Benne
- LEMTA : CRCT de M. Benne
- PPRIME : Séjour de Jean-Jacques Kadjo et Sébastien Roche.

Les questions scientifiques traitées par l'OS2 concernent la modélisation et le contrôle d'un système PAC ainsi que la gestion optimale d'une chaîne complète de production d'énergie électrique hybride. Ces travaux sont orientés plus précisément sur l'optimisation du fonctionnement du système PAC par le développement d'algorithmes de commande adaptés *(parameterized nonlinear model-based predictive control, neural model-based self-tuning PID strategy, commande non-linéaire par platitude).*

Les relations avec la communauté nationale ont été amplifiées dès 2011 avec comme priorité un positionnement du LE²P au sein du **GDR HYSPAC** (association des GDR PACS et ACTHYF). Dans le GDR HYSPAC, **l'originalité** de nos actions réside en la **validation expérimentale en ligne**, sur un banc test, **de stratégies de contrôle innovantes**.

Nous avons des **collaborations actives** avec plusieurs laboratoires nationaux, **le LEPMI[9], le LITEN[10], le LTN[11] et PPRIME[12].**

En matière de partenariat, le premier objectif de l'OS 2 est de renforcer ses collaborations nationales sur la base **de projets communs associés à des publications et des encadrements de thèse communs**; le second objectif est l'ouverture internationale. Plusieurs actions sont d'ores et déjà programmées.

---

[9] **LEPMI** : *contacts J. Deseure, Y. Bultel*
co-direction de la thèse de *TAN Chiuan Chorm*
" Modélisation et simulation numérique des piles à combustible PEM regénérée" associée à de nombreux séjours longs du doctorant au LEPMI

publications avec des co-auteurs

« Computing approach of cathodic process within solid oxide electrolysis cell: Experiments and continuum model validation », Journal of *Power Sources, Volume 196, Issue 22, 15 November 2011, Pages 9561-9567, D. Grondin, J. Deseure, P. Ozil, J.-P. Chabriat, B. Grondin-Perez and A. Brisse*

« Innovative model-based control approach of a proton exchange membrane fuel cell system », Journal of Power Sources, volume 206, 15 May 2012, Pages144-152, C. Damour, D. Grondin, M. Benne, B. Grondin-Perez, J. Deseure, J.P. Chabriat

[10] **LITEN :** *contacts S. Rosini, 0. Pinton*
publication avec des co-auteurs
Fast NMPC scheme of a 10 kW commercial PEMFC, Int. Jo. of Hydrogen Energy, Vol. 38, 2013, pp. 7407-74013, C. Damour, M. Benne, J.-J.A. Kadjo, S. Rosini, B. Grondin-Perez

[11] **LTN :** *contacts* B. Auvity, C. Josset

[12] **PPRIME** : *contacts S. Martimianov, E Moreau*
publication avec des co-auteurs
« Estimation of MEA parameters and prédiction of PEM fuel cells electrical performances using numerical modellin», russian Journal of Electrochemistry, JJ Kadjo, S. Martemianov, JP Chabriat

2014 : consolidation des collaborations nationales

Contributions au congrès *International Discussion on Hydrogen Energy and Applications: IDHEA* (GDR-HySPàC)
séjour de Carole Lebreton (doctorante) au LTN à Nantes (mai 2014)
visite de M. Benne(MCU-HDR) et B. Grondin-Pérez (PR) au laboratoire FEMTO à Belfort
visite de B. Grondin-Perez, préparation de programmes communs: nationaux et européens LEPMI, LTN et LITEN

2015 : ouverture régionale et internationale

Mise en œuvre d'un projet de coopération régionale avec le centre de recherche **HySA** Systems Integration & Technology de Cape Town.
Contributions WHTC'15 (World Hydrogen Technologies Convention), **Sydney 2015**

L'OS 2 **développe les deux projets aux interfaces** GEOSUN et GYSOMATE avec **l'OS 1**.

En matière de publications, l'opération scientifique renforce sa dynamique
2014 : 2 publications acceptées, 2 publications soumises

« Mechanistic model versus artificial neural network model of a single cell of a PEMFC », ENG, accepté 14 février 2014-02-17, B. Grondin-Perez, S. Roche, C. Lebreton, M. Benne, C. Damour, J.J. Kadjo

« Neural model-based self tuning PID strategy applied to PEMFC », ENG, vol 6, n°4, parution Avril 2014, C. Damour, M. Benne, B. Grondin-Perez, J.P. Chabriat

« Real-time implementation of neural model-based self-tuning PID strategy for oxygen stochiometry control in PEM fuel cell », C. Damour, M. Benne , C. Lebreton, J. Deseure, B. Grondin-Perez

« On-line PEMFC control using parameterized nonlinear model-based predictive control », C. Damour, M. Benne, J.-J.A. Kadjo, J. Deseure , B. Grondin-Perez

4. réponse du responsable de l'OS 3 "Optimisation énergétique de réseaux de capteurs WSN" *(Dr Richad Lorion)*

Le comité a souligné **l'intérêt et l'originalité d'intégrer un module de réveil et d'adressage des noeud**s dans l'optimisation énergétique des réseaux de capteurs WSN. Le développement de ce module autonome du point de vue énergétique repose entièrement sur la récupération d'énergie ambiante. Le savoir-faire et l'expérience du laboratoire dans le domaine du transport d'énergie sans fil seront mis à profit.

Le défi majeur est la miniaturisation et le couplage des différentes sources d'énergie au niveau du module de conversion et de gestion de l'énergie. Le couplage à la couche supérieure est un champ ouvert que l'équipe s'appropriera au niveau du protocole de communication.

L'amélioration de la production scientifique, sur les plans quantitatif et qualitatif est notre priorité. Nous avons sélectionné les conférences reconnues et labélisées IEEE ou IEE lors de la soumission de nos travaux. Nous poursuivrons cet effort en direction des journaux et des revues avec un objectif d'une moyenne de 3 publications scientifiques de rang A par an.

L'insertion de nos travaux au plan national est active avec la participation de l'unité au sein du **GdR Ondes** et la contribution du laboratoire au projet ANR REC-EM (Récupération d'énergie électromagnétique). **L'action WS**N doit être confortée au sein du **GdR MACS** avec la participation à des projets nationaux ou européens autour d'étude de cas en cours de finalisation.

Dans le domaine international, des échanges fréquents existent avec l'équipe du Pr *Swades De* du département Electrical Engineering de l'Indian Institue of Technology of New-Dehli, et avec l'équipe du P*r Mourad Loulou* du Laboratoire d´Électronique et des Technologies de l´Information de l'Université de Sfax de Tunisie.

Nous poursuivons notre démarche d'ouverture au du point de vue européen avec comme objectif, la participation à des projets européens.

La diminution de la durée des thèses est également un objectif à atteindre. Ainsi, nous avons limité le nombre d'heure d'enseignement des doctorants à 50h par an en tant que CEV afin de ne pas pénaliser leur activité de recherch**e. La mise en place récente des comités de thèse** devrait améliorer le suivi du calendrier initial.

Au sujet des habilitations à diriger les recherches, avec l'augmentation sensible du nombre d'encadrements doctoraux et de la production scientifique, l'ensemble des membres de l'OS3 s'engage à être habilité avant 2020.

Enfin, pour **renforcer les interactions entre les 3 opérations scientifiques du LE²P**, l'utilisation des IoT ("Internet of Things") au sein des réseaux à bas débit nous semble la piste la plus prometteuse pour le développement de projets en lien avec l'OS1 et OS2.

En effet l'évolution en cours des modes de consommation, de production, de stockage et de gestion de l'énergie, s'appuiera sur une estimation en temps réel de l'état énergétique des différents systèmes. Nous avons initié cette approche autour du gisement solaire lors du précédent contrat.

Il conviendra de la développer au sein de la fédération de l'Energie Intelligente. Cette piste pourra également permettre au laboratoire de renforcer le partenariat avec le secteur privé dans cadre de projets innovants de R&D.