



Rapport d'activité 2013-2018

# Bilan et projet

**Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et  
de l'Energie**

**SATIE UMR CNRS 8029**



école  
normale  
supérieure  
paris-saclay



le cnam

ES  
rennes

UNIVERSITÉ  
de Cergy-Pontoise



IFSTAR

UNIVERSITÉ  
PARIS  
SUD

# Unité de recherche

## Dossier d'autoévaluation

### CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019 VAGUE E

*N.-B. : on renseignera ce dossier d'autoévaluation en s'appuyant sur l' « Aide à la rédaction du dossier d'autoévaluation d'une unité de recherche ».*

### INFORMATIONS GENERALES

**Nom de l'unité : Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie**

**Acronyme : SATIE**

**Domaine et sous-domaine dans la nomenclature du Hcéres :**

**ST 6-2 Electronique**

**ST 6-3 Automatique, signal, Image**

**Directeur.rice pour le contrat en cours : P. LARZABAL**

**Directeur.rice (ou du porteur de projet) pour le contrat à venir : F. COSTA**

**Type de demande :**

Renouvellement à l'identique

Restructuration

Création ex *nihilo*

**Établissements et organismes de rattachement :**

Liste des établissements et organismes tutelles de l'unité de recherche **pour le contrat en cours** et **pour le prochain contrat** (tutelles).

Contrat en cours :		Prochain contrat :
- ENS Paris Saclay		- ENS Paris Saclay
- CNRS		- CNRS
- CNAM		- CNAM
- Université Cergy Pontoise		- Université Cergy Pontoise
- ENS de Rennes		- ENS de Rennes
- Université Paris Sud		- Université Paris Sud
- IFSTTAR		- IFSTTAR

**Choix de l'évaluation interdisciplinaire de l'unité de recherche (ou d'une ou plusieurs équipes internes) :**

Oui

Non

# Dossier d'évaluation : Sommaire

<b>DOSSIER D'EVALUATION : SOMMAIRE.....</b>	<b>4</b>
<b>PARTIE A BILAN ET PROJET DE L'UNITE.....</b>	<b>8</b>
A.1 PRESENTATION DE L'UNITE.....	8
A.1.1 Introduction.....	8
A.1.2 Tableau des effectifs et moyens de l'unité.....	10
A.1.2.1 Effectifs au 30 juin 2018.....	10
A.1.2.2 Arrivées et Départs.....	11
A.1.3 Politique scientifique.....	11
A.1.3.1 Une politique scientifique interdisciplinaire tournée vers l'international.....	11
A.1.3.2 Une politique de valorisation affirmée multi-sites.....	12
A.1.3.3 Une recherche au service de la Formation.....	12
A.1.3.3.1 Une recherche au service de la stratégie formation des établissements.....	12
A.1.3.3.2 Une stratégie de formation à la recherche et par la recherche principalement Post Graduate.....	13
A.1.3.3.3 Une implication forte dans la formation des formateurs.....	16
• Au sein des établissements tutelles.....	16
• Veille technologique et diffusion large.....	17
A.1.3.3.4 De nombreuses prises de responsabilités dans le montage, la gestion et l'administration des formations. 18	18
A.1.3.4 Profil des missions de SATIE.....	18
A.2 PRESENTATION DES ECOSYSTEMES LOCAUX DE RECHERCHE DE L'UNITE.....	18
A.3 PRODUITS DE LA RECHERCHE ET ACTIVITES DE RECHERCHE.....	19
A.3.1 Bilan scientifique.....	19
A.3.2 Données chiffrées.....	20
A.3.2.1 Bilan de la production du laboratoire.....	20
A.3.2.2 Quelques indicateurs de notre stratégie partenariale sur projets.....	21
A.3.3 Sélection des produits et des activités de recherche.....	21
A.3.4 Faits marquants.....	22
A.4 ORGANISATION ET VIE DE L'UNITE.....	22
A.4.1 Données chiffrées.....	22
A.4.2 Pilotage, animation, organisation de l'unité.....	22
A.4.2.1 La gestion administrative.....	24
A.4.2.2 Gestion des ressources humaines.....	24
A.4.3 Parité.....	24
A.4.4 Intégrité scientifique.....	25
A.4.5 Protection et sécurité.....	25
A.5 ANALYSE SWOT.....	26
A.6 PROJET A 5 ANS.....	26
A.6.1 Projet sociétal, scientifique et institutionnel : Politique et stratégie générales.....	26
A.6.2 Le projet dans les écosystèmes territoriaux.....	29
A.6.3 Le projet décliné dans les pôles.....	30
A.6.3.1 Dans le pôle CSEE.....	30
• La gestion optimale de l'énergie électrique dans les transports et le bâtiment basse consommation et à énergie positive.....	30
• L'accroissement de densité de puissance et d'énergie des convertisseurs statiques et électromécaniques, amélioration de leur fiabilité.....	31
• L'éco-conception et l'amélioration de l'utilisation et de l'exploitation des actionneurs électriques et des convertisseurs statiques.....	31

•	En perspective.....	32
A.6.3.2	Dans le pôle SIAME.....	32
•	Systèmes mobiles, autonomies et usages.....	33
•	Axe « Systèmes innovants de caractérisation ».....	33
A.6.3.3	Le projet au travers des moyens communs inter-pôles.....	34
A.6.4	<i>Gestion prévisionnelle des emplois SATIE</i> .....	35
A.6.4.1	Stratégie générale de l'unité de recherche :.....	35
A.6.4.2	Besoins de l'unité.....	35
•	Concernant les personnels administratifs.....	35
•	Concernant les personnels chercheurs et enseignants chercheurs.....	36
<b>PARTIE B</b>	<b>BILAN DU POLE CSEE (EQUIPE E1)</b> .....	<b>37</b>
B.1	PRESENTATION DU POLE ET STRUCTURATION.....	37
B.1.1	<i>Politique scientifique</i> .....	37
B.2	PRODUITS ET ACTIVITES.....	38
B.2.1	<i>Bilan Scientifique</i> .....	38
B.2.1.1	Axe "Matériaux et procédés pour la conversion de l'énergie électrique".....	38
B.2.1.1.1	Thème "Elaboration, caractérisation et modélisation des matériaux".....	38
•	Les objectifs.....	38
•	Les enjeux.....	38
•	Les questions scientifiques centrales.....	38
•	La démarche méthodologique.....	39
B.2.1.1.2	Thème " Intégration en électronique de puissance ".....	40
•	Les objectifs.....	40
•	Les enjeux.....	40
•	La question scientifique centrale.....	40
•	Les questions scientifiques secondaires.....	40
•	La démarche méthodologique.....	41
B.2.1.2	Axe "Systèmes de conversion d'énergie électrique".....	42
B.2.1.2.1	Thème " Conception, gestion et contrôle temps réel de systèmes électriques complexes ".....	42
•	Les objectifs.....	42
•	Les enjeux.....	43
•	La question scientifique centrale.....	43
•	Les questions scientifiques secondaires.....	43
•	La démarche méthodologique.....	43
B.2.1.2.2	Thème "Méthodologie de conception optimale de chaines de conversion électromécaniques".....	45
•	Les objectifs.....	45
•	Les enjeux.....	45
•	La question scientifique centrale.....	45
•	Les questions scientifiques secondaires.....	45
•	La démarche méthodologique.....	45
B.2.1.3	Axe "Contraintes d'usage des dispositifs de conversion d'énergie électrique".....	47
B.2.1.3.1	Thème "Compatibilité électromagnétique des systèmes de puissance".....	47
•	Les objectifs.....	47
•	La question scientifique centrale.....	47
•	Les questions scientifiques secondaires.....	48
•	La démarche méthodologique.....	48
B.2.1.3.2	Thème "Vieillesse et durée de vie des composants de puissance".....	49
•	Les objectifs.....	49
•	Les enjeux.....	49
•	La question scientifique centrale.....	50
•	Les questions scientifiques secondaires.....	50
•	La démarche méthodologique.....	50
B.2.1.4	Les ressources humaines et scientifiques du pôle CS2E.....	51
B.2.1.4.1	Les Ressources humaines et scientifiques.....	51
B.2.1.4.2	Les ressources matérielles : plates-formes et équipements spécifiques.....	52
B.2.2	<i>Données chiffrées</i> .....	53
B.2.2.1	Les personnels du pôle CSEE.....	53
B.2.2.1.1	Les personnels permanents.....	53
B.2.2.1.2	Les personnels non permanents.....	54
B.2.2.2	Production scientifique.....	56
B.2.2.3	Interactions avec l'environnement social, économique et culturel.....	56
B.3	SELECTION DES PRODUITS ET ACTIVITES DE RECHERCHE.....	57

B.4	FAITS MARQUANTS DU POLE .....	57
<b>PARTIE C</b>	<b>BILAN DU POLE SIAME (EQUIPE E2) .....</b>	<b>58</b>
C.1	PRESENTATION DU POLE ET ORGANISATION SCIENTIFIQUE.....	58
C.1.1	<i>Politique scientifique du pôle</i> .....	58
C.1.1.1	Objectif scientifique de SIAME .....	58
C.1.1.2	Deux axes scientifiques fédérateurs comme moteur d'innovations transverses.....	58
C.1.1.2.1	Mobilités du futur : systèmes, autonomie et usages.....	58
C.1.1.2.2	Axe « Systèmes innovants de caractérisation » .....	60
C.1.2	<i>Structuration du pôle</i> .....	61
C.2	PRODUITS ET ACTIVITES DE RECHERCHE DU POLE.....	63
C.2.1	<i>Bilan scientifique des Thèmes de recherche</i> .....	64
C.2.1.1	Thème Adéquation-Algorithmes-Architectures-Usages .....	64
C.2.1.1.1	Les objectifs.....	64
C.2.1.1.2	Les enjeux .....	64
C.2.1.1.3	La question scientifique centrale.....	64
C.2.1.1.3.1	Méthodologie A3 sur architectures hétérogènes sous contraintes temporelles .....	64
C.2.1.1.3.2	Méthodes de prototypage et d'instrumentations des systèmes embarqués <u>à base de COTS</u> .....	65
C.2.1.1.3.3	Analyse de performance globale et génération automatique de code. ....	65
C.2.1.1.3.4	Instrumentation des véhicules et Systèmes Embarqués pour l'étude des usages.....	65
C.2.1.1.4	Les questions scientifiques secondaires.....	66
C.2.1.1.5	La démarche méthodologique.....	66
C.2.1.2	Thème Systèmes de perception pour la mobilité.....	66
C.2.1.2.1	Les objectifs.....	66
C.2.1.2.2	Les enjeux .....	66
C.2.1.2.3	La question scientifique centrale.....	66
C.2.1.2.4	Les questions scientifiques abordées .....	67
C.2.1.2.4.1	Navigation outdoor.....	67
C.2.1.2.4.2	Navigation indoor.....	67
C.2.1.2.4.3	Surveillance en milieu urbain surpeuplé. ....	67
C.2.1.2.4.4	La démarche méthodologique s'appuie sur 3 volets complémentaires .....	67
C.2.1.3	Thème Analyse des données et des images .....	68
C.2.1.3.1	Les objectifs.....	68
C.2.1.3.2	Les enjeux .....	68
C.2.1.3.3	La question scientifique centrale.....	68
C.2.1.3.4	Les questions scientifiques abordées .....	68
C.2.1.3.5	La démarche méthodologique.....	69
C.2.1.4	Thème " Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes " .....	70
C.2.1.4.1	Les objectifs.....	70
C.2.1.4.2	Les enjeux .....	70
C.2.1.4.3	La question scientifique centrale.....	70
C.2.1.4.4	Les questions scientifiques abordées .....	71
C.2.1.4.5	La démarche méthodologique.....	72
C.2.1.5	Thème " CND Multimodal " .....	72
C.2.1.5.1	Les objectifs.....	72
C.2.1.5.2	Les enjeux .....	72
C.2.1.5.3	La question scientifique centrale.....	73
C.2.1.5.4	Les questions scientifiques abordées .....	73
	• Les systèmes électromagnétiques.....	73
	• Systèmes d'analyse de matériau par techniques laser.....	73
	• Vers du CND multimodal.....	74
	• Analyse et modélisation des interactions multimodales ondes-milieux : Modélisation DPSM (Distributed Point Sources Method) .....	74
C.2.1.5.5	La démarche méthodologique.....	74
C.2.2	<i>Données chiffrées</i> .....	75
C.2.2.1	Les personnels permanents.....	75
C.2.2.1.1	Les personnels non permanents .....	76
C.2.2.2	Réalisations du pôle .....	77
C.2.2.2.1	Production scientifique.....	77
C.2.2.2.2	Interactions avec l'environnement social, économique et culturel .....	77
C.2.3	<i>Sélection des produits et activités</i> .....	78
C.2.4	<i>Faits marquants du pôle</i> .....	78
C.2.4.1	L'analyse de foule : une application Big-Data transversale aux systèmes hyper-connectés.....	78

C.2.4.2	De l'étude des comportements à la mise en place de contre-mesures de sécurité routière : impact sur la réglementation.....	79
C.2.4.3	Modélisation semi-analytique multi-physique appliquée à l'aéronautique : implantation sur simulateur de vol temps réel.....	79
C.2.4.4	Participation à l'initiation du réseau de plateforme d'innovation européen : E-RHS.....	80
C.2.4.5	Partenariat stratégique avec le synchrotron soleil d'ouverture de nouveaux outils pour les cosmétiques et la sécurité.....	80
C.2.4.6	Une vulgarisation scientifique dans le cadre de la formation doctorale couronnée de succès.....	80
<b>annexe 1 : lettre de mission du directeur de SATIE.....</b>		<b>82</b>
<b>annexe 2 : Liste des plateformes.....</b>		<b>84</b>
<b>annexe 3 : Organigramme au 30 juin 2018.....</b>		<b>85</b>
<b>annexe 4a : E1 CSEE.....</b>		<b>86</b>
<b>annexe 4b : E2 SIAME.....</b>		<b>118</b>

## Partie A Bilan et projet de l'unité

### A.1 Présentation de l'unité

#### A.1.1 Introduction

##### *Quelques éléments historiques*

Les activités du laboratoire SATIE (*Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie*) ont évolué depuis près de 20 ans vers les systèmes d'énergie électrique et les systèmes d'instrumentation (au sens systèmes de mesure, de contrôle et de traitement des signaux, incluant les bio-microsystèmes).

Des années 2000 à nos jours, le SATIE connaît une croissance constante d'effectif, initiée notamment en 2009 par l'arrivée des enseignants chercheurs de l'Université de Cergy Pontoise, de l'IUT de Ville d'Avray et de l'Université de Paris Ouest. En 2013 l'équipe LTN de l'IFSTTAR nous a rejoint, ainsi que l'équipe ACCIS de l'IEF.

Cette croissance s'est accompagnée d'une véritable amélioration aussi bien qualitative que quantitative de son activité scientifique et de valorisation. Ces progrès avaient été salués par le Comité d'Evaluation de janvier 2009, ainsi qu'en novembre 2013. Ce dernier comité d'évaluation nous avait encouragé dans notre volonté d'être un laboratoire interdisciplinaire mais avait en revanche souligné un manque de mise en valeur de notre positionnement.

⇒ Aujourd'hui ce positionnement s'est affirmé grâce à aux intégrations successives réussies dans les 2 pôles : le pôle *CSEE (Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique)* relevant de l'énergie électrique et de son traitement ; le pôle *SIAME (Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-Environnements)* relevant de l'instrumentation. La mise en synergie des travaux de ces 2 pôles nous permet de nous atteler à des projets de recherche ambitieux répondant à des enjeux sociétaux d'importance.

SATIE est donc un laboratoire généraliste à large spectre en *Electrical Engineering*. Sa vocation est l'étude des systèmes complexes instrumentés, combinant traitements de l'information et de l'énergie électrique. Nous accordons une importance majeure à l'expérimentation associée aux développements théoriques. Nous menons des travaux dans des disciplines telles que l'électronique (au sens le plus large), la physique appliquée, la physique des systèmes, le traitement des données au service de la modélisation, l'instrumentation pour la modélisation de systèmes de mobilités incluant l'Humain dans la boucle, la conception et l'optimisation de systèmes d'énergie et/ou d'information. Nos travaux évoluent dans un continuum qui englobe théorie, simulation, expérimentation et prototypage.

Notre objectif consistant à enrichir la connaissance scientifique tout en répondant aux attentes de la société, ces travaux sont menés *dans une logique d'adéquation système-usages-algorithme-architecture*.

Notre spécificité réside ainsi dans la manière de traiter des problèmes systémiques impliquant une compréhension transversale des phénomènes impliqués et de travailler aux interfaces. On peut par exemple citer deux thématiques emblématiques de cette manière de faire :

- Les mobilités innovantes pour lesquelles nous développons des structures dédiées et originales de moteurs électriques, les commandes associées, la fiabilité, l'efficacité énergétique, les matériaux magnétiques, et le traitement de l'information tout cela en tenant compte de l'Humain dans la boucle de décision et des usages. Ces travaux sont menés dans une *approche ingénierie écoresponsable*.
- Le contrôle non destructif multi-échelles et multimodal, dédié tant aux matériaux complexes qu'aux milieux relevant des sciences du vivant. Nous maîtrisons dans ce contexte toute la chaîne d'instrumentation allant du capteur et de son interaction avec le milieu, à la prise de décision en passant par le conditionnement du signal, sa modélisation, la résolution du problème inverse associé et l'extraction des grandeurs associées.

Plus généralement le laboratoire SATIE est expert sur les thématiques scientifiques relevant du traitement de l'énergie électrique, des mobilités nouvelles, des systèmes de contrôle non destructif pour les sciences du vivant. Les problématiques sociétales visées sont, la transition énergétique, les mobilités innovantes, le patrimoine culturel et la sécurité des biens et des personnes.

Le laboratoire SATIE a 7 tutelles, il rassemble 66 enseignants chercheurs, 11 chercheurs (CNRS et IFSTTAR), 21 ITA, 4 chercheurs associés, 95 doctorants en moyenne, 5 post docs, 30 stagiaires, 10 professeurs invités/an. Nous disposons de 5000 m<sup>2</sup> dont plus de la moitié sont des salles d'expérimentations. Il est actuellement organisé en **deux pôles de recherche forts et identifiés**, pour d'une part asseoir son positionnement scientifique et d'autre part pour mieux traiter les projets interdisciplinaires dans toutes leurs dimensions :

**Le pôle CSEE (Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique),**

dénoté **équipe E1** pour l'évaluation HCERES

Responsable : **François Costa**

(professeur à l'Université de Paris-Est Créteil),

Ce pôle développe des activités qui relèvent des systèmes d'énergie électrique, touchant en particulier aux transports, aux énergies renouvelables en intégrant la dimension du développement durable. Ces activités couvrent aussi bien des aspects matériaux pour l'énergie électrique que les composants et systèmes associés.

**Effectif en 2018**

Ce pôle compte 35 enseignants-chercheurs et chercheurs permanents. Il s'organise en quatre groupes de recherche coordonnés et aux thématiques complémentaires :

- **EPI** (Electronique de Puissance et Intégration),
- **MME** (Matériaux Magnétiques pour l'Energie),
- **SETE** (Systèmes d'Energie pour les Transports et l'Environnement)
- **TEMA** (Technologies pour une électromobilité avancée).

**Le pôle SIAME (Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-Environnements),**

dénoté **équipe E2** pour l'évaluation HCERES

Responsable : **Stéphane Serfaty**

(professeur à l'Université de Cergy-Pontoise),

Ce pôle développe des activités de recherche qui relèvent des systèmes d'information, et qui s'étendent des capteurs et techniques d'imagerie au traitement des signaux et au contrôle de ces systèmes, en passant par leur instrumentation.

**Effectif en 2018**

Ce pôle compte 42 enseignants-chercheurs et chercheurs permanents. Il s'organise en deux groupes de recherche coordonnés et aux thématiques complémentaires :

- **MOSS** (Méthodes et Outils pour les Signaux et Systèmes).
- **II** (Instrumentation et Imagerie)

Les pôles CSEE et SIAME travaillent sur des champs disciplinaires bien identifiés au sein des sections 7 et 8 du CNRS, 61 et 63 du CNU et DS8 et 9 du MESR. Il faut noter que la transversalité des champs applicatifs du pôle SIAME touchant en particulier les sciences de la vie justifie la présence de 3 chimistes et d'une biochimiste dans nos rangs. Ces 2 pôles interagissent étroitement via les thématiques de modélisation, d'estimation, d'identification, concernant aussi bien les systèmes d'information que d'énergie. SATIE est rattaché principalement au département INSIS du CNRS et secondairement au département INSII.

A ces deux pôles scientifiques s'ajoute **un pôle appui à la recherche** (administratif, informatique, ateliers mécanique et électronique) comptant 21 personnes. Ce pôle est dénoté **équipe E3**.

Enfin, d'un point de vue exécutif, les activités du laboratoire sont supervisées par **un conseil de laboratoire assisté d'un comité scientifique interne**. Par son implantation nationale sur 7 sites au plus proche des dynamiques territoriales, SATIE entend jouer un rôle important de transfert à moyen terme sociétal et économique. Notre recherche intègre la prise en compte de l'humain, son comportement et le respect de l'environnement. Notre laboratoire a ainsi le souci de lever des verrous technologiques liés aux contraintes d'usages, d'autonomie et de gestion efficiente de l'énergie électrique. Les défis sociétaux auxquels SATIE s'attaque, sont, dans une logique de soutenabilité, la transition énergétique (systèmes d'énergie électrique plus intelligents, transports plus propres...), la santé (bio-microsystèmes, ingénierie du vivant...), la sécurité (des biens et des personnes) et le patrimoine culturel (conservation et restauration du patrimoine matériel...).

**Ces travaux s'inscrivent totalement dans les défis sociétaux de l'ANR suivants :**

- Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique,
- Energie propre, sûre et efficace
- Stimuler le renouveau industriel
- Vie, santé et bien-être, Sécurité alimentaire et défi démographique
- Mobilité et systèmes urbains durables
- Société de l'information et de la communication
- Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives
- Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

## A.1.2 Tableau des effectifs et moyens de l'unité

### A.1.2.1 Effectifs au 30 juin 2018



### A.1.2.2 Arrivées et Départs

Durant ce quinquennat, le personnel de SATIE a crû de manière considérable. La structure actuelle au regard des nouveaux entrants a permis d'accroître notre visibilité dans différents domaines :

- En janvier 2013, l'accueil d'une équipe de 14 permanents de l'IFSTTAR (3 IE/IR, 1 MCF, 2DR et 5 CR) a contribué à renforcer les compétences et moyens du pôle CS2E grâce à l'ouverture scientifique qu'elle apporte via ses thèmes de recherche notamment en lien avec l'électromobilité.
- Toujours en janvier 2013, nous avons procédé à un renforcement des activités, en perception de l'environnement et informatique industrielle pour l'électromobilité grâce à l'arrivée de 15 permanents de l'équipe Architecture, Contrôle, Communication, Images, Systèmes (ACCIS-IEF Paris Sud) (5 PU, 8 MCF, 2 IT)

En outre, plusieurs recrutements ont eu lieu durant ce quinquennat et sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Prénom, Nom	Grade	Pôle	Année d'affectation	Etablissement d'affectation
Mickael Petit	MCF	CSEE	2014	Cnam
Chouki Zerrouki	MCF	SIAME	2015	Cnam
Najla Fourati	MCF	SIAME	2015	Cnam
Almonza Morgane	PRAG	CSEE	2016	ENS Paris Saclay
Anne Blavette	CR	CSEE	2016	CNRS
Fabio Stefani	MCF	SIAME	2016	U-Cergy
Isabelle Vin	MCF	SIAME	2016	U-P-Sud
David Polizzi	ITA	E3	2016	CNRS
Roman Le Goff	PRAG	CSEE	2017	ENS Rennes
Tien-Anh Nguyen	ITA	E3	2017	Cnam
Victor Etgens	PU	CSEE	2018	UVSQ

Tableau 1 : Liste des arrivants

Sur ce dernier quinquennat nous avons eu également les départs suivants.

Prénom Nom	Grade	Pôle	Année de départ	Devenir
Michel Lecrivain	IE	E3	2015	Retraite
Olivier Français	MCF	SIAME	2016	PU
Bogdan Vulturescu	CR	CSEE	2016	Détachement
Marcel Gindre	PU	SIAME	2016	Retraite
Laurent Griscom	ITA	SIAME	2016	ITA
Aurore Gracia	ITA	E3	2017	ITA

Tableau 2 : Liste des départs

### A.1.3 Politique scientifique

SATIE entend être un acteur fort au service de la connaissance et de l'économie en **Electrical Engineering** tant d'un point de vue scientifique que de la diffusion. Nos actions s'articulent donc selon 3 dimensions : **recherche scientifique, innovation technologique et formation**.

#### A.1.3.1 Une politique scientifique interdisciplinaire tournée vers l'international

En *Electrical Engineering*, la rupture réside dans l'interdisciplinarité prenant en compte simultanément la transversalité des problématiques traitées et un enrichissement scientifique aux interfaces. Notre volonté de traiter des

problèmes nécessitant de faire collaborer des spécialistes de domaines différents est à l'origine de **la transversalité**, devenue centrale dans notre laboratoire. Nous appréhendons ainsi des systèmes dans leurs généralités et simultanément selon toutes les dimensions relevant de *l'Electrical Engineering*. SATIE a toujours eu la volonté d'intégrer au fur et à mesure des chercheurs d'horizons scientifiques et géographiques divers et complémentaires. Cette réticulation s'accompagne de priorités et de spécificités scientifiques sur chaque site ainsi que d'équipements uniques mutualisés à l'ensemble du laboratoire en synergie avec les écosystèmes territoriaux. Elle s'accompagne au niveau national et régional de nombreuses collaborations avec les autres laboratoires de génie électrique. Nous participons à plusieurs GDR : le GDR SEEDS ; le GDR ISIS, le GDR Ondes ; ainsi que les GDR SOC2 et COSMACTIF pour des problématiques transversales. Compte tenu des savoir-faire historiques de SATIE, **notre recherche scientifique** se focalise aujourd'hui sur **les Cyber-systèmes**, considérés comme des systèmes combinant information et énergie.

En matière de **politique internationale** nous menons une double action visant l'excellence scientifique et le soutien au développement des pays émergents. Ces actions concernent la recherche, la formation et la vulgarisation scientifique.

Nous cherchons ainsi **une stratégie d'alliances d'excellence scientifique** avec des centres de recherche étrangers sur différents continents. On peut citer par exemple le **label Dragongate du MOST (Ministry of Sciences and Technology) à TAIWAN**, ou encore **le collège Santos Dumont au Brésil** pour lequel l'ENS a développé une collaboration structurée au plus haut niveau. Plus récemment, nous sommes partenaire fondateur de **l'infrastructure européenne E-RIHS**, un réseau sociotechnique dédié à la conservation et à la restauration du patrimoine culturel initié par la France et l'Italie.

**Concernant les pays émergents** nous avons initié une action de coopération scientifique et valorisation sociétale et d'entrepreneuriat. Plusieurs continents sont visés en collaboration avec l'AUF en Asie et en Afrique (Maghreb et Vietnam), en Amérique centrale et du Sud via Unicamp (Brésil, Costa Rica). On peut citer l'organisation de conférences tournantes entre les différents pays du Maghreb afin de contribuer à la structuration de leur recherche en *electrical engineering*. Une autre action structurante en faveur de l'insertion professionnelle des docteurs et d'une mise en réseau de pré-incubateurs en lien avec la recherche dans le cadre des CNEUF de l'AUF est en cours dans un premier temps au Vietnam.

#### **A.1.3.2 Une politique de valorisation affirmée multi-sites**

Le laboratoire SATIE a entamé depuis plusieurs années une démarche pragmatique et évolutive pour favoriser l'émergence d'un pôle d'expertise à visibilité régionale, nationale et internationale. La démarche adoptée consiste en une fertilisation croisée entre les besoins émanant des milieux socio-économiques et les recherches que nous menons. Elle se traduit par un engagement raisonné **dans la valorisation et l'innovation technologique** par notre pratique collaborative, notre politique de propriété intellectuelle et une pratique forte de l'expertise au service des entreprises.

La stratégie de SATIE s'appuie sur **une réticulation multi-sites nationale originale et structurante** qui est présentée dans la section suivante. Elle bénéficie des politiques locales et territoriales de nos tutelles et d'une ouverture via des plateformes sociotechniques. Nos liens avec l'ITE VEDECOM, la création de l'OpenLab PSA, la participation à la plateforme E-RIHS, la plateforme « Cosmetomics », et les plateformes de Micro-technologie en sont emblématiques. **Cette expertise est aussi mise au service de la société par des actions de formation**, notamment tout au long de la vie, dans une logique **"nouveaux métiers"** sachant que l'évolution actuelle de notre société est telle que 85% des métiers attendus dans 15 ans ne sont pas encore connus.

#### **A.1.3.3 Une recherche au service de la Formation**

##### **A.1.3.3.1 Une recherche au service de la stratégie formation des établissements**

La stratégie de formation des établissements doit s'adapter aux rapides évolutions de la société et à ses attentes. Elle ne peut se mettre en place sans un appui du monde de la recherche qui reste un acteur fort et un observateur averti de ses évolutions (technologiques pour notre cas). Nous constatons actuellement un décalage majeur entre les pratiques dispensées et les attentes des citoyens. Il faut repenser les enseignements de demain en les mettant en phase avec les attentes d'une société complexe en perpétuelle évolution. C'est pour cela que nous affichons la formation comme un axe prioritaire de notre politique scientifique. C'est ce couplage fort qui permettra à notre communauté de mieux se faire connaître du grand public et de continuer à attirer les talents dont elle a besoin pour assurer son développement. Le laboratoire doit participer aux évolutions des programmes pédagogiques pour un droit à la connaissance résultant en des choix de société éclairés. La transversalité des travaux effectués à SATIE contribue de manière étroite aux pratiques

pédagogiques innovantes en lien avec la recherche via par exemple les cursus master d'Ingénierie en ouvrant les plateformes de notre laboratoire à la formation. D'un point de vue formation académique, le rôle de notre laboratoire au service de la stratégie de formation des établissements partenaires, est ainsi d'être précurseur dans l'anticipation de ces évolutions et donc de participer à l'organisation de la formation aux nouveaux métiers. Nous distinguons pour cela plusieurs leviers d'action qui sont décrits dans les 3 sections suivantes : *i*) une stratégie de formation à la recherche et par la recherche principalement Post-graduate, *ii*) une implication forte dans la formation des formateurs et *iii*) de nombreuses prises de responsabilités dans le montage, la gestion et l'administration des formations.

#### **A.1.3.3.2 Une stratégie de formation à la recherche et par la recherche principalement Post Graduate**

Dans son rôle de formation à la recherche et par la recherche des doctorants, SATIE met tout en œuvre pour que la relation directeur de thèse-doctorant relève d'un véritable contrat pédagogique. Nous procédons à un accompagnement privilégié de nos doctorants notamment en interaction constante avec les écoles doctorales dont nous relevons. Nous les sensibilisons à la nécessité de suivre des formations dédiées et de participer à des écoles thématiques. Ils partent tous en conférences (on se fixe un objectif de 3 congrès durant la thèse, 1 national et 2 internationaux). Nous veillons à ce que tous nos doctorants bénéficient de conditions de vies propices à leur épanouissement personnel et professionnel (aide à la recherche de logement, financement, accompagnement social individualisé si nécessaire ...). 22 doctorants sont en moyenne diplômés par an à SATIE, pour 95 classiquement accueillis. Nous travaillons d'ailleurs en lien étroit avec les écoles doctorales *STIC et EOB de Paris Saclay, Sciences et Ingénierie de l'UCP et MathSTIC de Rennes (Univ.Bretagne Loire)*.

SATIE est composé essentiellement d'EC, impliquant de ce fait une très forte contribution à la formation. Du fait des différents établissements impliqués, le nombre de master adossés au laboratoire SATIE et la diversité proposée par l'offre de formation en EEA sont particulièrement importants (cf. tableau ci-après). Cette implication génère auprès des EC de SATIE de nombreuses prises de responsabilité en la matière. Elle permet dans le même temps d'accueillir un nombre élevé de stagiaires de niveau Master (environ 30 stagiaires par an).

La mission principale des ENS consiste à former des scientifiques au service de l'Etat, les départements EEA et Mécatronique s'inscrivent dans cet objectif, ils forment des scientifiques dans les domaines de sciences de l'ingénieur. Dans ces missions, le laboratoire SATIE joue un rôle essentiel. Dans le Master IST-EEA (co-habilité par l'ENS Paris Saclay et l'Université Paris Sud 11), nous avons veillé à ce que son offre de formation soit en phase avec le projet scientifique du laboratoire, notamment dans les 4 spécialités suivantes : physique et ingénierie de l'énergie, automatique et traitement du signal et des images, nanosciences, systèmes avancés de radiocommunications. On peut citer par exemple la création d'une spécialité 'énergie électrique' commune à 2 Masters de l'Université Paris Sud 11 qui dynamise et diversifie nos viviers de recrutement de doctorants dans un domaine en forte croissance et qui constitue le cœur de métier de SATIE. Dans le parcours SETI du Master E3A à Paris Saclay, 1/3 des enseignements est piloté et dispensé par des enseignants chercheurs de SATIE. Les enseignements y sont très régulièrement remis à jour, avec une idée forte : l'innovation et la rupture viennent de l'interdisciplinarité. Nous sommes par ailleurs impliqués dans des Masters plus transversaux, par exemple en Mécatronique ou en Ingénierie des Systèmes Complexes (co-habilité par l'ENS Rennes et l'Université de Rennes 1), ou encore les Cursus Master d'Ingénierie interdisciplinaires (CMI à Cergy-Pontoise). Nous y animons en particulier les modules *micro-mécatronique* (centré sur la conception et la fabrication de capteur en phase avec les activités du groupe II), et *mécatronique et énergie* (en phase avec les activités systèmes énergétiques du groupe SETE).

A Polytech Paris Sud, Ecole d'ingénieur du réseau Polytech, 5 enseignants sur les 8 permanents du département Electronique Energies Systèmes de cette école sont des EC à SATIE. Ils contribuent au transfert de connaissances par la formations dans les spécialités, en apportant les compétences scientifiques et technologiques du laboratoire, et y assurent des responsabilités administratives au sein de département de formation ainsi que de la gouvernance au sein de l'école.

A l'université de Cergy Pontoise une licence et un Master EEA s'adossent sur SATIE. Un CMI existe depuis 2 ans et une formation par la recherche est dispensée depuis le niveau L1. Les modalités pédagogiques s'appuient sur de l'APP (Apprentissage par projet) et des projets de recherche.

Au Cnam, un DUT mesures physiques (MP), deux licences professionnelles et cinq diplômes d'ingénieur sont adossés au SATIE. Les deux LP sont déployées à Paris, et dans des centres Cnam en région (Île de France, Avignon, Orléans, Nantes, St Briec et La Roche-sur-Yon). Parmi les quatre diplômes d'ingénieur en partenariat déployés en génie électrique, deux le sont à St Denis et les deux autres à La Roche-sur-Yon et Beauvais. Ces formations possèdent un tronc commun en génie électrique et des spécificités propres (électronique de puissance, distribution, énergies renouvelables et

smart-grids). Le DUT est proposé à Paris en hors temps de travail et en formation par alternance, avec une coloration locale tournée vers les capteurs. Le diplôme d'ingénieur hors temps de travail est déployé dans plusieurs centres Cnam en région (Paris, Avignon, Toulouse, Belfort, Nancy, Orléans...) mais aussi à l'international (Liban, Maroc et Côte d'Ivoire).

Cette dynamique de formation par la recherche et à la recherche existe aussi au niveau DUT et Licence

Nom du Master	Portage	Établissement	Description	lien
M2 ISC : parcours enseignement	oui	ENS Rennes	Les élèves de l'ENS Rennes suivent en 3 <sup>ème</sup> année un master pluridisciplinaire "Ingénierie des systèmes complexes (ISC) parcours enseignement" en sciences pour l'ingénieur, tout en préparant l'une des 3 options à l'agrégation externe de sciences industrielles de l'ingénieur : ingénierie électrique, informatique ou mécanique. L'idée générale est d'avoir une vision à la fois globale et pointue des disciplines énergie-information-mécanique. L'enseignement par projet (à visées pédagogique et recherche) est un élément clé de la formation. Ce type d'enseignement permet de traiter des exemples concrets de systèmes et d'acquérir une culture technologique et scientifique générale dans les domaines des sciences de l'ingénieur.	<a href="http://www.mecatronique.ens-rennes.fr/preparation-aux-agregations-sii/">http://www.mecatronique.ens-rennes.fr/preparation-aux-agregations-sii/</a>
M2 FESup : INformatique TRaitement du signal, Automatique, électronique NumÉrique et Télécom	Oui	ENS Paris Saclay	Ce M2 (M2 FE Sup INTRANET) est une formation disciplinaire autour des sciences du numérique. En particulier, une formation théorique et pratique sur de l'informatique industrielle, les réseaux, la programmation objet, les bases de données, le traitement du signal, le traitement de l'image, l'automatique non linéaire, le filtrage de Kalman, l'électronique analogique et l'électronique pour les télécom. Ce M2 prépare à l'agrégation de Science Industrielle de l'Ingénieur (SII) option Ingénierie informatique (II), cette option est ouverte depuis 2017.	<a href="https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-formation-a-lenseignement-superieur-en-physique-appliquee-fesup-pa#presentation-m2">https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-formation-a-lenseignement-superieur-en-physique-appliquee-fesup-pa#presentation-m2</a>
M2 FESup : Physique des Systèmes d'Énergie électrique et Électroniques	Oui	ENS Paris Saclay	Le M2 Formation à l'Enseignement Supérieur en Physique des Systèmes d'Énergie électrique et Électroniques (M2 FE Sup PSEE) est une formation disciplinaire complète et de haut niveau autour de l'énergie au sens large. Cette formation vise une compréhension et une maîtrise fine des systèmes électriques et électroniques selon un large spectre (aspect matériaux, physique de conversion d'énergie, stockage d'énergie, aspect capteur, transmission de l'information...). La place de l'expérimentation (30 à 40 % des heures de formation) permet une transmission des savoirs par projets. La formation permet de présenter les concours à l'agrégation de Science Industrielle de l'Ingénieur (SII) en Ingénierie Électrique (IE).	<a href="https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-formation-a-lenseignement-superieur-en-genie-electrique-fesup-ge">https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-formation-a-lenseignement-superieur-en-genie-electrique-fesup-ge</a>
Master 2 ATSI : Automatique et traitement du signal et des images	Non	Université Paris Saclay	Ce master vise à former des étudiants pouvant aborder des domaines de recherche d'un haut niveau scientifique. Les axes de recherche concernés sont l'automatique, le traitement du signal et des images : commande des systèmes, commande robuste, reconstruction d'état, traitement statistique de données, construction de modèles, traitements spatial et spatio-temporel adaptatifs, analyse spectrale, analyse temps-fréquence, représentations temps-échelle, compression	<a href="http://www.u-psud.fr/fr/les_formations/les_formations_par_diplome/masters/information_systemes_et_technologie/automatique_et_traitement_du_signal_et_des_images.html">http://www.u-psud.fr/fr/les_formations/les_formations_par_diplome/masters/information_systemes_et_technologie/automatique_et_traitement_du_signal_et_des_images.html</a>
Master 2 CIMES : Capteurs, Instrumentation et Mesures	Non	ESPCI- UPMC	Le Master CMI donne une formation large et diversifiée en physique des capteurs, en acquisition et traitement du signal, ainsi qu'en analyse des données. Les techniques abordées sont les méthodes utilisant les rayons X ou nucléaires, les méthodes optiques, magnétiques ou par ultrasons.	<a href="http://www.espci.fr/fr/formations/masters/master-capteurs-mesures-et">http://www.espci.fr/fr/formations/masters/master-capteurs-mesures-et</a>

<b>Master 2 ETM : Électronique pour les Télécoms et les Microcapteurs</b>	Non	Université Paris Saclay	Le Master ETM a pour vocation de former de futurs chercheurs ou ingénieurs ayant des connaissances et des compétences approfondies dans des domaines la microélectronique, les microcapteurs, et les systèmes électroniques analogiques et numériques embarqués (parcours SECI : systèmes électroniques pour les Capteurs Intégrés) ou des télécommunications (parcours CAT : Composants et Antennes pour les Télécommunications).	<a href="http://hebergement.u-psud.fr/m2seci/">http://hebergement.u-psud.fr/m2seci/</a>
<b>Master GEII : Génie Electrique et Informatique Industrielle</b>	Oui	UCP	Le Master GEII est un Master professionnel en apprentissage de l'Université de Cergy-Pontoise (UCP) formant des cadres techniques de haut niveau (bac + 5) destinés à occuper dans le monde industriel des postes d'ingénieurs dans les secteurs de l'électrotechnique, de l'électronique, de l'automatique et de l'informatique industrielle.	<a href="http://geii.u-cergy.fr/">http://geii.u-cergy.fr/</a>
<b>Master Bâtiment Intelligent et efficacité énergétique</b>	Oui	UCP	Le master Bâtiment Intelligent est destinée à former des cadres généralistes à un niveau Bac+5 en les dotant de compétences transversales et complémentaires pour répondre aux missions innovantes (en phase de conception, de réalisation, de maintenance et de réhabilitation) liées à la maîtrise de l'impact environnemental et du coût énergétique du bâtiment à usage industriel, tertiaire ou d'habitation.	<a href="http://www.u-cergy.fr/fr/formations/schema-des-formations/M/STS/f41-101.html">http://www.u-cergy.fr/fr/formations/schema-des-formations/M/STS/f41-101.html</a>
<b>Master 2 Monabiphot</b>	Non	ENS Paris-Saclay	Le Master Monabiphot de l'ENS Paris-Saclay offre une formation fortement pluridisciplinaire dans les domaines de l'électrical engineering, de la biologie, des biosystèmes et bio-microsystèmes, de la chimie et de la physique appliquée.	<a href="http://www.monabiphot.ens-cachan.fr/">http://www.monabiphot.ens-cachan.fr/</a>
<b>Master 2 PIE : Physique et Ingénierie de l'Energie</b>	Oui	Université Paris- Saclay	Le Master PIE a pour objectif de donner une formation pluridisciplinaire bivalente dans le domaine de la production d'énergie et des énergies renouvelables, à la fois en physique (nucléaire, plasmas, fusion, neutronique, fission, énergies nouvelles et ioniques) et en ingénierie de l'énergie électrique (production, transport, distribution, stockage, matériaux, systèmes de puissance et réseaux).	<a href="http://www.u-psud.fr/fr/les_ formations/les_for_mations_par_diplome/masters/in_formation_systemes_et_technolo_gie/physique_et_ingenierie_de_l_energie.html">http://www.u-psud.fr/fr/les_ formations/les_for_mations_par_diplome/masters/in_formation_systemes_et_technolo_gie/physique_et_ingenierie_de_l_energie.html</a>
<b>Master 2 SAR : Systèmes Avancés de Radiocommunicat ions</b>	Non	Université Paris- Saclay	Le Master SAR, commun à l'ENS Paris-Saclay et à l'université Paris-Sud, propose des enseignements centrés sur les méthodes et outils théoriques nécessaires à la compréhension des importantes avancées conceptuelles dans les domaines de la théorie des communications et de la théorie des réseaux afin de permettre aux étudiants de spéculer sur la meilleure manière dont ces avancées pourraient être appliquées dans les réseaux sans fil coopératifs, mobiles et flexibles de futures générations.	<a href="http://www.u-psud.fr/fr/les_ formations/les_for_mations_par_diplome/masters/in_formation_systemes_et_technolo_gie/systemes_avances_de_radior_ommunications.html">http://www.u-psud.fr/fr/les_ formations/les_for_mations_par_diplome/masters/in_formation_systemes_et_technolo_gie/systemes_avances_de_radior_ommunications.html</a>
<b>Master 2 EPA: Electrification et propulsion automobile</b>	Oui	ENS Paris-Saclay	Le Master Véhicules et Transports Durables, spécialité Electrification et Propulsion Automobile a été créé en 2010 par consortium de grandes écoles composé de l'ENS Paris-Saclay, de l'IFP school, de Supélec et de Centrale Paris. C'est le premier Master français consacré à ce domaine	<a href="http://www.satie.ens-cachan.fr/VTD/">http://www.satie.ens-cachan.fr/VTD/</a>
<b>CMI Biotechnologies,</b>	Non	Université de Cergy-Pontoise	Le cursus Master en Ingénierie (CMI) est une nouvelle voie d'accès à des fonctions d'ingénieur experts en innovation. De ce fait l'adossement à des laboratoires de qualité est exigé pour la labellisation. Deux spécialités (Biotechnologies et Systèmes intelligents et communicants, Traitement de l'énergie et instrumentation) sont créées à l'UCP. Cette formation d'excellence est proposée dans le cadre du partenariat avec les universités du réseau FIGURE (Formation en Ingénierie d'Université de Recherche).	<a href="http://www.reseau-figure.fr/">http://www.reseau-figure.fr/</a>
<b>CMI TIGE</b>	Oui	Université de Cergy-Pontoise	le <b>CMI TI-GE (Traitement de l'Information et Gestion de l'Energie Electrique)</b> , est une formation proposée dès le semestre 2 en IUT et en L1 jusqu'au M2. La pratique	<a href="http://www.reseau-figure.fr/">http://www.reseau-figure.fr/</a>

			pédagogique innovante en synergie étroite avec le laboratoire et la recherche (pédagogie par projet, inversée, approche systémique, apprentissages à maillage serré) cherche à développer la capacité à innover des techniciens puis cadres supérieurs en lien avec les métiers du contrôle non destructif et la mesure en tenant compte de la gestion et le traitement de l'énergie.	
Master Mécanique parcours Mécatronique	Non	ENS Rennes	L'objectif de la formation est de permettre une approche pluridisciplinaire pour la robotique, l'acquisition et de traitement de l'information, la micro-mécatronique, la Simulation mécanique et la réalité virtuelle.	<a href="http://sfc.univ-rennes1.fr/technologie/master_mecatronique.htm">http://sfc.univ-rennes1.fr/technologie/master_mecatronique.htm</a>
Diplôme d'ingénieur en systèmes électriques	Oui	Cnam	Le diplôme d'ingénieur en systèmes électriques du Cnam se décline à Paris en Hors Temps de Travail et en Partenariat sous la forme de deux parcours (Installation, Distribution et Energie Electrique et Electronique de Puissance, Réseaux et Motorisations). Deux diplômes d'ingénieur en partenariat sont également développés par des centres Cnam en région (La Roche-sur-Yon et Beauvais). Le diplôme d'ingénieur HTT est développé par plusieurs centres Cnam en région mais également à l'international (Liban, Maroc et Côte d'Ivoire)	<a href="http://portail-formation.cnam.fr/ecole-siti/ingenierie-mecanique-et-electrotechnique/systemes-eco-electriques/diplomes-et-certificats-en-systemes-eco-electriques-410795.kjsp?RH=PEDAGO_20601&amp;RF=PEDAGO_20601CERT">http://portail-formation.cnam.fr/ecole-siti/ingenierie-mecanique-et-electrotechnique/systemes-eco-electriques/diplomes-et-certificats-en-systemes-eco-electriques-410795.kjsp?RH=PEDAGO_20601&amp;RF=PEDAGO_20601CERT</a>
Diplôme d'ingénieur Electronique Energies systèmes (Diplôme CTI)	Oui	Ecole Polytech Paris Sud de l'Université Paris Saclay	Forme des ingénieurs dans les domaines de l'électronique, des énergies et des systèmes numériques. L'objectif est de donner aux diplômés, outre une formation solide aux métiers de l'ingénieur (management de projets, de l'information, des hommes et des facteurs économiques), un large bagage scientifique et technique les positionnant au cœur de l'innovation technologique dans les systèmes embarqués. Nous disposons de deux filières de formations ; filière Etudiant et filière Apprenti avec des pédagogies spécifiques et adaptées aux besoins des industries et des établissements de R&D	<a href="http://www.polytech.u-psud.fr/fr/formations/electronique-energies-systemes.html">http://www.polytech.u-psud.fr/fr/formations/electronique-energies-systemes.html</a>
M2 Systèmes embarqués et traitement de l'information (SETI)	Oui	Université Paris Saclay	La formation vise à la fois à aborder les différents aspects scientifiques concernés par les systèmes embarqués et d'approfondir une de ces thématiques pour permettre une spécialisation dans un de ces domaines : Architecture, Systèmes et outils logiciels, Informatique industrielle et Traitement de données. Le parcours concerne à la fois des étudiants cherchant un débouché professionnel dans une entreprise de haute technologie et ceux souhaitant poursuivre leurs études par une thèse de doctorat.	<a href="https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-systemes-embarques-et-traitement-de-linformation-seti#presentation-m2">https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/formation/master/m2-systemes-embarques-et-traitement-de-linformation-seti#presentation-m2</a>

#### A.1.3.3.3 Une implication forte dans la formation des formateurs

- *Au sein des établissements tutelles*

L'enjeu de la formation est non seulement de préparer les acteurs du monde socio-économique à appréhender un monde complexe en perpétuelle évolution. Les formateurs doivent de ce fait transmettre une démarche permettant de développer les capacités à s'adapter mais l'enjeu est également de penser le monde de demain. Les formations des formateurs doivent donc être à l'avant-garde de la décennie à venir, notamment en intégrant les tendances que dessinent leurs travaux de recherche. Une part importante des enseignants chercheurs de SATIE enseignent dans les ENS et à l'ESPE de Créteil et y sont de ce fait formateurs de formateurs. L'avance de phase nécessaire pour une dissémination nationale donne à SATIE une énorme responsabilité dans la projection des enseignements quant à sa capacité à sentir les évolutions qui se profilent.

Dans ce contexte, nos enseignants chercheurs se servent donc des savoir-faire interdisciplinaires de SATIE pour participer à la construction des programmes pédagogiques et dispenser un enseignement transversal visionnaire préparant aux nouveaux métiers. Cette démarche est effectivement mise en œuvre au sein de nos différentes tutelles et a déjà eu un impact dans l'évolution de la formation. La maîtrise des métiers de l'enseignement a, selon les filières, naturellement induit une interaction encore plus forte entre les départements d'enseignement et les laboratoires de recherche. L'une des années très spécifiques, déjà connexe aux disciplines du laboratoire, qui caractérisait les ENS et était l'année de préparation aux agrégations de Génie électrique et de Physique option physique appliquée. Les profondes modifications

des programmes de l'enseignement secondaire et des cycles préparatoires ont naturellement engendré la remise à plat de ces formations dont la rigueur et le niveau scientifique étaient évidemment reconnus. L'obtention obligatoire d'un M2 pour passer ces concours de haut niveau a conduit à la création de nouveaux masters dédiés à la Formation des Enseignants du Supérieur (FESup). Ces Masters, exclusivement assurés par les ENS, ont la particularité de proposer un contenu très spécifique mêlant sciences et techniques pédagogiques pour un volume horaire conséquent (entre 800 et 900 heures / élève) bien au-delà des standards universitaires.

Dans le département EEA de l'ENS Paris-Saclay et dans le département mécatronique de l'ENS de Rennes presque tous les étudiants poursuivent en thèse. Les élèves sont formés par la recherche dès la L3. On leur confère une vision globale des couplages de disciplines du matériau aux systèmes complexes. Les ENS s'organisent pour cela en départements d'enseignement et de recherche.

La proximité physique des locaux et la mise en œuvre d'une stratégie commune permet d'inculquer aux étudiants une rigueur intellectuelle propre à la recherche et l'innovation. Le département EEA par exemple porte selon cette philosophie deux masters dédiés à l'*Electrical Engineering*. L'interaction nécessaire des disciplines qui s'inscrivent classiquement dans les champs relevant de la 61<sup>ème</sup> et la 63<sup>ème</sup> section nécessite un tronc commun permettant une approche transversale mélangeant « énergie et signal ». La finalité du premier (M2 FESup PSEE) est alors de donner les meilleures conditions pour l'agrégation de Sciences Industrielles de l'Ingénieur en Ingénierie Electrique. Le second master (M2 FESup InTRANET) vise le monde du génie informatique qui prépare les élèves à l'agrégation de Sciences Industrielles de l'Ingénieur en Ingénierie Informatique.

⇒ La construction et surtout l'évolution de ces formations ont naturellement été guidées, bien au-delà des prérogatives des concours de l'agrégation, par les axes scientifiques du SATIE en adoptant la même philosophie d'agrégation des disciplines. L'objectif est de former de futurs enseignants, enseignants-chercheurs et chercheur capables de poser, de résoudre et de retranscrire d'un point de vue pédagogique des problèmes complexes et multi-physique. Pour ces formations dont l'ambition est d'acquérir un niveau scientifique théorique et expérimental en fusionnant recherche et pédagogie sur un très large spectre, la vision d'interdisciplinarité que le SATIE présente est motrice.

Des UE spéciales de physique appliquée définies en grande partie en s'appuyant sur les axes de recherche du SATIE permettent par exemple aux élèves une ouverture scientifique en explorant des domaines connexes (nanotechnologies, électrophysiologie, interaction onde-matière pour l'imagerie, traitement d'antenne ...).

Par ailleurs, cette ouverture doit s'inscrire dans un contexte de mondialisation dont l'ouverture internationale des formations doit être en lien avec les réseaux d'innovation. L'année ARPE (Année de Recherche Pré-doctorale à l'Etranger) par exemple s'appuie en partie sur le réseau de relations internationales de SATIE. L'étudiant devra consacrer cette année à l'immersion dans le monde de la recherche avec un vrai projet pédagogique en accord avec le département EEA de l'ENS Paris Saclay.

Concernant l'ESPE, SATIE est laboratoire d'appui du Master MEEF (Métiers de l'éducation, de l'enseignement et de la formation). Ici aussi la pratique d'enseignement s'appuie sur les travaux des laboratoires. On y pratique une initiation aux méthodes de la recherche notamment sur la mise en référence et la bibliographie. Les ESPE sont sollicitées par le ministère pour des concours ou des rénovations pédagogiques des programmes nationaux (PPN). Les donneurs d'ordre recherchent une expertise recherche que SATIE fournit en l'occurrence.

- *Veille technologique et diffusion large*

SATIE accueille et héberge depuis plusieurs années une PRAG chargée de mission en veille technologique en sciences de l'ingénieur pour les enseignants qui est détachée par le rectorat. Des fiches régulièrement réactualisées sont rédigées et mises dans EDUSCOL en libre accès à tous les enseignants de France. Cette immersion au sein de notre laboratoire permet une veille particulièrement pertinente en vue de la formation aux nouveaux métiers.

La diffusion et la vulgarisation d'une veille technologique issues des travaux de SATIE est ainsi mise à disposition des enseignants grâce à nos publications dans les revues I2M, 3EI, J3EA en lien avec les pratiques pédagogiques, mais aussi à l'international via nos implications à l'AUF et via la participation à l'organisation de conférences (C2I, CETSIS), et direction de collections associées. Elles visent l'enrichissement 'croisé' entre recherche universitaire, formation à la recherche et par la recherche, et valorisation industrielle. Cette approche de fertilisation croisée favorise la dynamique scientifique et pédagogique des pays émergents. Ainsi, nous avons une forte implication dans l'AUF tant dans l'expertise que dans le montage de projets structurants.

#### A.1.3.3.4 De nombreuses prises de responsabilités dans le montage, la gestion et l'administration des formations.

- Thomas Rodet et Bertrand Revol sont directeur et directeur-adjoint du département EEA de l'ENS Paris Saclay.
- Frédéric Mazaleyrat est directeur adjoint de l'ED EOBE et directeur du département des études doctorales.
- Yohan Le Dirason puis Emmanuel Caplain sont directeurs du département GEII de l'IUT de Cergy Pontoise.
- Lionel Vido et Jean Yves Le Huerou sont responsable du CMI TIGE de Cergy Pontoise.
- Nicolas Wilkie Chancelier est chef de département de l'IUT GEII de Cergy
- Sandrine Le Ballois est est chef de département GEII de Cergy (masters)
- Samir Bouaziz a été nommé délégué à la pédagogie de l'Organisation Africaine pour l'Aéronautique et le Spatial.
- Sylvie Le Hégarat et Samir Bouaziz sont responsables de la filière Génie Electrique de Polytech Paris Sud.
- Hamid Ben Ahmed est responsable de l'année d'agrégation à l'ENS de Rennes.
- Florence Razan est directrice du département enseignement-recherche Mécatronique de l'ENS de Rennes.
- Francois Costa est responsable de la mention Master MEEF second degré.
- Alain Mérigot et Abdel Hafid Elouardi, sont responsables de Master à Paris-Saclay.
- Mickael Petit est responsable au Cnam de la Licence professionnelle : Chargé d'affaires en installation électrique (Ile de France, Avignon).
- Stéphane Lefebvre est responsable au Cnam de la Licence professionnelle : Coordinateur technique pour l'optimisation des énergies électriques et renouvelables (St Brieuc, Nantes, La Roche-sur-Yon, Orléans, Valence, Paris HTT), du diplôme d'ingénieur HTT (Paris, Toulouse, Orléans, Nancy, Belfort, Aix en Provence, Liban, Maroc et Côte d'Ivoire) et de deux formations d'ingénieur en partenariat (génie électrique à Beauvais et génie industriel à Avignon).
- Gilles Rostaing et Sami Hlioui sont responsable au Cnam d'une formation d'ingénieurs en partenariat (génie électrique, parcours Installation Distribution Energie Eclairage à St Denis).
- Denis Labrousse est responsable au Cnam d'une formation d'ingénieurs en partenariat (génie électrique, parcours électronique de puissance, réseaux et motorisations à St Denis).
- Chouki Zerrouki est responsable du DUT mesures physiques.

#### A.1.3.4 Profil des missions de SATIE

Les missions de nos enseignants-chercheurs et chercheurs les amènent nécessairement à se consacrer à des activités ayant trait à la recherche, à la formation, à l'administration et à la valorisation. Le tableau ci-dessous présente une synthèse de l'investissement du personnel permanent de SATIE dans ces différentes tâches.

Unité/Équipe	Recherche académique	Interactions avec l'environnement	Activités administratives	Formation par la recherche
<b>Ensemble</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
Pôle CSEE	40	30	10	20
Pôle SIAME	40	20	20	20

Tableau 3 : Profil d'activités exprimé en pourcentage de l'activité globale.

Outre leurs activités de recherche académique, de nombreux enseignants-chercheurs du laboratoire ont de lourdes responsabilités administratives (1 Vice-Président du Conseil Scientifique de l'UCP chargé de la recherche et la valorisation, 1 Vice-Présidente de l'ENS Paris-Saclay chargée des moyens, 1 conseiller scientifique à la DGA, 2 directeurs de composantes (IUT et UFR), 5 directeurs de département (UCP, ENS), 8 responsables de Master et/ou Licences Professionnelles, diplômes d'ingénieurs et le directeur du laboratoire, 1 Directeur adjoint de l'école doctorale EOBE, et 1 Directeur du département des études doctorales).

Le pourcentage important de nos interactions avec l'environnement reflète bien la politique scientifique d'un laboratoire d'ingénierie proche des enjeux socio-économiques (contrats et collaborations industriels, expertises, implications dans les pôles de compétitivité...). On notera enfin, le fort investissement de nos chercheurs dans la formation par la recherche (encadrement de près de 3 doctorants par chercheur habilité, un investissement fort dans les projets et les stages de plusieurs masters).

## A.2 Présentation des écosystèmes locaux de recherche de l'unité

Grâce à sa spécificité multi-sites, SATIE entend jouer un rôle clé au niveau régional, national et international en synergie avec les politiques scientifiques et économiques locales en faveur de l'innovation à ces différentes échelles.

Chacun des sites inclut des activités scientifiques présentes dans les pôles dans une logique transverse mais avec une dominante liée à l'écosystème local.

**Notre site sur le plateau de Saclay** doit devenir la vitrine du savoir-faire de SATIE. L'enjeu est d'y exploiter nos compétences et savoir-faire en physique, électronique, instrumentation et traitement des données en grande partie pour les mobilités innovantes et les sciences du vivant : de l'étude des matériaux ou des milieux aux systèmes. Outre une recherche fondamentale alliant énergie et contrôle non destructif, l'objet de cette vitrine est d'exploiter à travers des démonstrateurs uniques nos savoir-faire transversaux. Un certain nombre de plateformes déjà existantes s'inscrivent dans cette dynamique. Par exemple les gros équipements de caractérisation du vieillissement et de fiabilité de composants de puissance qui sont sur le site de l'IFSTTAR sont uniques en France. Un autre exemple est la plateforme expérimentale pour véhicules terrestres autonomes dans laquelle nous avons un véhicule ZOE automatisé, une moto instrumentée qui est unique en France ainsi que des simulateurs de conduite. Dans nos nouveaux locaux, nous allons installer une chambre anéchoïque destinée aux applications forts courants et basses fréquences complémentaire aux autres chambres existantes sur le site. Notre intégration sur le plateau de SACLAY représentera aussi une formidable opportunité pour nous développer et amplifier notre action, en continuité des actions fédératives menées dans les contrats précédents à l'ENS (fédérations d'Alembert et Farman). Nous renforcerons le rôle de ces fédérations sur le plateau et contribuerons au lancement d'une nouvelle fédération sur la patrimonialisation. Nous entendons y renforcer nos collaborations avec les laboratoires GEEPS, LSS, C2N, le TGIR synchrotron SOLEIL et IPANEMA. L'openLab PSA a par exemple récemment été mis en place avec le LSS et le GEEPS. Nous contribuons également à la dynamique VEDECOM mais entendons amplifier cette dynamique de recherche en profitant notamment de la mise en place du cluster des mobilités innovantes. En sciences du vivant, l'IdEx Paris-Saclay et le LabEx LaSips sont pour nous de formidables leviers d'action. L'une des ambitions de l'université Paris-Saclay consiste à relever ce défi de la transversalité et SATIE y a naturellement sa place et compte bien en être un acteur majeur.

**Sur le site de Cergy Pontoise**, l'instrumentation innovante non destructive multi-physique, multi-échelles en particulier pour la santé et les cosmétiques (avec le pôle Cosmetic Valley), le patrimoine (avec l'ensemble des acteurs et laboratoires du ministère de la culture et la fondation des sciences du patrimoine) et la sécurité (avec le PJGN) est l'enjeu visé. Dans la dynamique en lien avec la restauration et la conservation du patrimoine matériel déjà engagée depuis 10 ans (Labex Patrima, Equipex Patrimex), le laboratoire SATIE participe via des plateformes sociotechniques : (i) à l'ouverture internationale via E-RIHS ; (ii) au monde socioéconomique via les plateformes LaserInnov et Cosmetomics. Un accord cadre stratégique scelle la mise en œuvre d'un partenariat de recherche et de valorisation avec le synchrotron Soleil pour les 3 filières et domaines précités dans le cadre de l'initiative d'excellence Université Paris-Seine obtenue l'an dernier.

**Quant au site de Rennes**, s'y trouvent rassemblés la Physique pour le traitement des énergies renouvelables variables (plateforme multi-sources mise en place dès 1999 et rénovée depuis) et les biocapteurs (salle blanche) en synergie avec l'université de Rennes. Le GDR Energie marine renouvelable a permis d'accompagner nos travaux en énergie renouvelable. La question énergétique, et plus spécifiquement électrique, correspond à un défi majeur dans le contexte de la région Bretagne plus qu'ailleurs. Le développement des énergies renouvelables (éoliens terrestre et récemment marin, la houlogénération, l'hydrolien), le déploiement des **Smart Grids** ainsi que la volonté politique affirmée dans les nouvelles mobilités font de la région un terrain d'expérimentation et de problématiques très riches. Le SATIE par ses différentes composantes notamment énergie-signal apporte une dimension manquante et essentielle pour répondre à ces défis. Le SATIE, en tant que laboratoire fédérateur, est moteur dans la structuration de la recherche sur le site de Rennes en lien avec le site de Paris-Saclay dans le domaine spécifique des Smarts Grids. Les savoir-faire transversaux de SATIE sont de fait mis en exergue sur ce site dans le cadre des dynamiques rennaises autour des Smarts Grids au service de la soutenabilité énergétique.

**Sur le site de Paris** nous développons et entretenons des bancs expérimentaux prototypes dans le domaine de la conversion d'énergie électrique. Ces bancs ont vocation à être modulaires et précurseurs. Ils sont aujourd'hui essentiellement liés à la caractérisation de pertes de modules de puissance et à l'étude de la robustesse de composants à semi-conducteur. A côté de ces développements, nous disposons au CNAM d'instrumentation dédiée à la caractérisation des surfaces (capteurs avant et après fonctionnalisations), et à l'imagerie aux échelles nanométriques.

### **A.3 Produits de la recherche et activités de recherche**

#### **A.3.1 Bilan scientifique**

Depuis le dernier quinquennat le laboratoire est en croissance continue. De 2013 à 2018 le nombre de chercheurs a augmenté de 60%. Cette forte croissance est liée à un positionnement scientifique affirmé dont le défi interdisciplinaire

est la spécificité majeure recherchée. Pour réussir ce défi, il nous fallait réussir l'intégration des équipes TEMA et ACCIS. Cette intégration réussie nous a permis de renforcer un savoir-faire complet en fiabilité des systèmes et des composants grâce à la mise en synergie des savoir-faire des groupes TEMA, EPI et SETE. De même, ACCIS est venu renforcer les activités de MOSS en estimation, adéquation architecture-algorithme incluant de surcroît les comportements humains au sein d'une instrumentation pour les mobilités. Conformément à la demande du comité AERES de 2013, nous nous sommes ainsi rapprochés des SHS notamment en intégrant dans les cyber-systèmes étudiés la prise en compte du comportement humain (human in the loop). Cette intégration s'est naturellement accompagnée d'une simplification de la structuration dans laquelle les compétences présentes dans les groupes sont valorisées au service d'une stratégie inter-pôles ayant un impact technologique et sociétal plus important. Cette stratégie réussie fait de SATIE un des rares laboratoire français en *Electrical Engineering* pratiquant une telle transversalité.

A l'occasion de notre arrivée sur le plateau de Saclay, nous devons pouvoir relever le défi d'un positionnement national en adéquation avec la dynamique territoriale et le rayonnement international visé en particulier par l'initiative d'excellence Paris-Saclay. Nous veillons en effet à nous distinguer très clairement des 2 laboratoires disciplinaires (GEEPS et LSS) dont nous nous rapprochons géographiquement. En synergie avec les dynamiques et initiatives des autres sites, notre positionnement international nous permet d'accroître notre impact sociétal y compris en soutien de pays émergents en y pratiquant simultanément une coopération tant en recherche qu'en formation.

⇒ En synthèse nous sommes très satisfaits de notre bilan scientifique tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Notre positionnement scientifique transversal et aux interfaces est maintenant connu, respecté et cela permet d'asseoir notre légitimité. Nous avons consolidé l'intégration des chercheurs de Cergy Pontoise qui nous avaient rejoints en 2010 et nous sommes sur une très bonne voie d'intégration des chercheurs de l'IFSTTAR et de Paris Sud qui nous ont rejoints en 2013. Ces intégrations réussies se traduisent par une augmentation des ressources propres du laboratoire, une interdisciplinarité accrue notamment vers la communauté 61 du CNU ainsi que vers les SHS. La diversité des supports de publication de haut niveau est révélatrice de la transversalité pratiquée. Les travaux scientifiques interpoles sont de nature à confirmer les choix scientifiques effectués. Il y a eu de nombreux travaux et thèses interpoles.

### A.3.2 Données chiffrées

Le budget du laboratoire a crû considérablement, nous disposons maintenant d'une force de frappe significative en recherche et nous bénéficions d'un très fort rayonnement industriel. Sur le quinquennat écoulé (hors 2018) nous avons reçu 1.1M€ de dotation des tutelles pour un budget global de 14,6M€. Nos ressources propres représentent ainsi 93% du total. La figure suivante en donne la ventilation.

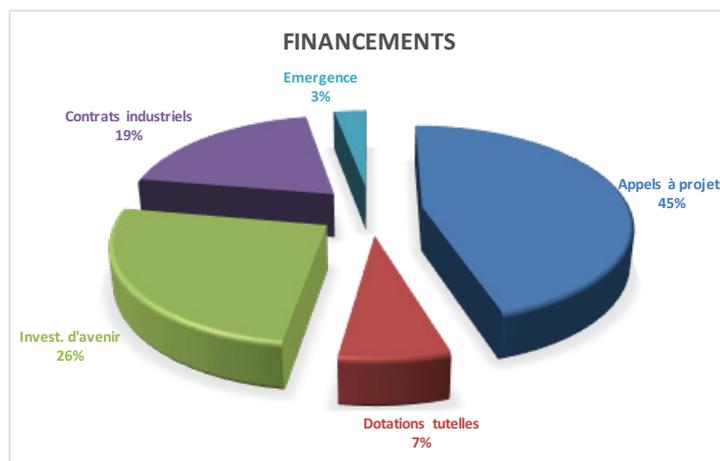


Figure 1 : source des financements

#### A.3.2.1 Bilan de la production du laboratoire

Indicateurs/période	2013-2018
Nombre de chercheurs et EC	76
Nombre de chercheurs et EC (en ETPT)	42
Nombre de chercheurs habilités	33
Ratio HDR/chercheurs	43%
Nombre de Doctorants en moyenne par an	95
Doctorant / chercheurs habilités	2,9

<b>Doctorats soutenus (moyenne par an)</b>	122 (22)
<b>HDR</b>	9
<b>Production scientifique</b>	
<b>Publications dans des revues</b>	456
<b>Communications dans des conférences</b>	662
<b>Ratio revues/communications</b>	70%
<b>Ratio communications / chercheurs (en ETPT)/an</b>	3
<b>Revues /chercheurs (en ETPT)/an</b>	2,1
<b>Brevets (+extensions)</b>	15 (+12 ext.)

Tableau 4 : Indicateurs et production sur le dernier quinquennat

On observe sur ce dernier quinquennat que le nombre de doctorants et de doctorats soutenus a considérablement augmenté par rapport au quinquennat précédent. Le ratio Revues/Communications congrès (0,7) est le juste reflet d'une politique de publication incitant les chercheurs à soumettre leurs travaux à des revues. On peut ainsi se féliciter du ratio du nombre de revues internationales par an et par chercheur (ETPT) sur le quadriennal qui est de **2,1** ratio au-dessus des standards attendus.

### A.3.2.2 Quelques indicateurs de notre stratégie partenariale sur projets

Concernant les projets collaboratifs, nos réponses aux appels d'offre ont été couronnées de succès comme le montre le tableau suivant relatant les principaux projets obtenus sur les 5 années écoulées :

		CSEE	SIAME	TOTAL SATIE
<b>Projets internationaux</b>	H2020/Cofecub/	5	10	15
	ANR	16	10	26
<b>Projets nationaux</b>	FUI	3	4	7
	Projets région	6	5	11
	Investissement d'avenir	13	37	50
<b>Projets bipartites</b>	Contrats industriels et prestations	42	21	63
<b>Projets émergents</b>	Appels à Projets tutelés	5	19	24
	Projets internes interpôles		8	8

Notre participation aux programmes nationaux et européens ne cesse de croître. Il est intéressant de noter que 15% de nos articles sont cosignés par des chercheurs étrangers. Nous avons augmenté le nombre de thèses en cotutelle avec les universités étrangères.

Nous observons bien dans ce tableau que nos chercheurs savent correctement exploiter les différentes modalités de financement proposées par l'organisation de la recherche. Nous souhaiterions ici attirer l'attention sur les dernières lignes du tableau qui montrent que nous finançons et accompagnons des prises de risques scientifiques grâce au CNRS, et aux instituts Farman et IDA.

Les différentes demandes de financement d'un projet scientifique exploratoire sont étudiées par le comité scientifique de SATIE qui aiguille le chercheur vers les différentes sources de financement semblant les plus appropriées dans la mise en œuvre de la politique scientifique du laboratoire : le laboratoire lui-même, l'Institut Farman, ou l'Institut D'Alembert. Des projets émergents plus conséquents sont par ailleurs financés au travers des projets LabEX dans lesquels le laboratoire est impliqué.

⇒ La plupart des financements « sur fonds propres » de projets scientifiques émergents se sont révélés très bénéfiques tant pour l'épanouissement des chercheurs que pour les avancées scientifiques. Ils ont souvent conduit à des projets de plus grande envergure via l'ANR ou le FUI.

Une attention particulière a été apportée à la valorisation de nos travaux en s'appuyant sur FIST et les SATT.

### A.3.3 Sélection des produits et des activités de recherche

Cette section est traitée au niveau des équipes.

### A.3.4 Faits marquants

*Le passage à 7 tutelles* a été très bien négocié grâce au volontarisme des représentants des tutelles. Il s'est appuyé sur notre expérience passée dans laquelle nous avons déjà 4 tutelles. La convention des tutelles a été rédigée de manière très sereine et sert de guide à toutes les décisions stratégiques que nous prenons. On peut citer par exemple la création de l'OpenLab PSA qui s'est faite naturellement en vue de promouvoir nos travaux en électromobilité. Ce nombre élevé de tutelles est certes singulier en France mais représente plus une richesse qu'un frein au développement et à la stratégie du laboratoire.

Il faut bien sur noter que pour le prochain quinquennat l'ENS Paris Saclay et l'Université Paris Sud vont se retrouver sous la bannière de l'université Paris Saclay. L'IFSTTAR va faire partie d'une nouvelle université qui nous apportera une dynamique très forte sur les nouvelles mobilités.

*Notre déménagement sur le plateau de Saclay* est prévu en 2019, il est maintenant anticipé depuis de nombreuses années. Nous devons profiter de l'incroyable dynamique et visibilité du plateau de Saclay. En ce qui concerne nos nouveaux locaux il faut noter une proximité renforcée entre le laboratoire et le département EEA de l'ENS Paris Saclay. Nous avons augmenté la surface de nos salles expérimentales et en avons dédié une à l'accueil d'une chambre anéchoïque dont l'acquisition est déjà synchronisée avec notre installation. La proximité avec le GEEPS, le LSS le C2N et IPANEMA nous permettra d'amplifier nos projets communs. On peut citer par exemple le projet que nous avons initié avec le GEEPS « convertisseur multicellulaire pour chaîne de traction basse tension ». Ce projet a déjà reçu l'adhésion de nombreux chercheurs. On peut aussi citer nos travaux sur l'imagerie multi physique de tissus biologiques que nous menons depuis longtemps avec le C2N. La proximité avec IPANEMA va aussi nous permettre de collaborer sur de nombreuses techniques de caractérisation, et ce d'autant plus que nous avons mis en place un partenariat stratégique avec le synchrotron sur le patrimoine et les cosmétiques. Notre participation dans les principaux masters devrait se trouver augmentée grâce à ce déménagement.

*Les intégrations de l'équipe TEMA et ACCIS* ont été extrêmement bénéfiques au laboratoire. TEMA nous a permis d'élargir avec cohérence le périmètre scientifique de nos activités en électromobilité. Le socle de compétence dont nous disposons maintenant à cet égard nous donne une force de frappe en la matière inégalée en France. La présence de l'IFSTTAR au cœur de la dynamique sur les mobilités doit nous entraîner dans des projets ambitieux intégrant encore plus de SHS. Concernant ACCISS, nous avons multiplié par 3 le nombre de chercheurs en 61<sup>ème</sup> section avec un positionnement clair par rapport au LSS. L'axe électromobilité s'en trouve renforcé avec ce partenariat 61/63 unique en France.

## A.4 Organisation et vie de l'unité

### A.4.1 Données chiffrées

Actuellement il y a 77 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents ainsi que 20 ITA permanents. A cela s'ajoutent 4 chercheurs associés. Nous avons aussi 2 ITA en CDD car le personnel statuaire est insuffisant pour gérer la montée en puissance de l'unité. Il y a en moyenne, chaque année, 95 doctorants ainsi que 30 stagiaires.

### A.4.2 Pilotage, animation, organisation de l'unité

Concernant la vie scientifique du laboratoire nous avons un conseil de laboratoire et un comité scientifique. Le conseil de laboratoire se réunit très régulièrement (à peu près mensuellement). Nous mettons en place de nombreuses actions interpoles comme par exemple un financement interne d'une thèse interpole. De nombreux séminaires sont organisés pour mutualiser et diffuser les savoir-faire.

Concernant la vie sociale multi-sites nous pratiquons de nombreuses visioconférences pour raccourcir les distances et organisons de nombreuses manifestations festives pour se rencontrer. Un séminaire délocalisé de quelques jours à l'extérieur du laboratoire est organisé une fois par an. C'est un véritable outil de travail qui permet une réflexion sereine. Cette année nous allons fêter les 40 ans du laboratoire. Nous organisons des journées d'accueil des jeunes doctorants afin de créer un sentiment d'appartenance à une communauté.

Coordonner les activités de recherche sur 7 sites simultanément nécessite une organisation particulière tant scientifique que logistique. L'organisation *de séminaires dans les différents sites* et l'utilisation intensive de liaisons informatiques sécurisées incluant des systèmes de *visio-conférences* permettent un niveau d'interaction optimisé. Ces visioconférences permettent d'assurer des contacts réguliers tout en minimisant les déplacements. Cette organisation nous permet d'entretenir une organisation thématique indépendamment d'une logique de site. L'organisation scientifique du laboratoire est schématisée ci-après, l'organigramme du laboratoire est fourni en annexe.

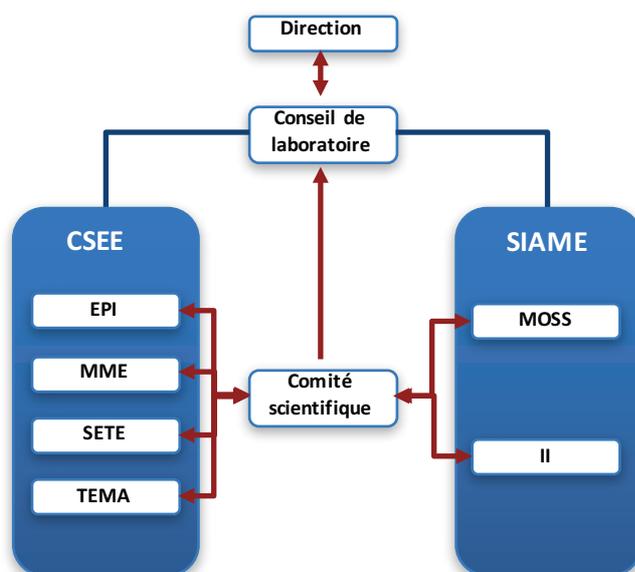


Figure 2 : Organisation scientifique du laboratoire

**La direction** du laboratoire est réalisée par un comité de direction composé du directeur et des deux responsables de pôles. Le conseil de laboratoire joue le rôle qui lui est conventionnellement dévolu (voir le règlement intérieur en annexe).

Au-delà d'un rôle de conseil et de classement sur les demandes de postes et de financement, **le comité scientifique** interne assure une synergie transversale entre les travaux des différents groupes, ainsi que l'adéquation aux objectifs du laboratoire. Il aide les chercheurs à organiser collectivement leurs réponses aux AAP, notamment sur les aspects « prise de risque scientifique ».

⇒ Complété par des personnalités extérieures ce comité se transforme ponctuellement en **conseil scientifique** effectuant annuellement le bilan et donnant une prospective scientifique.

En complément des **Conseils de Laboratoire** réguliers, les **commissions ITA, informatiques, et Hygiène et Sécurité** sont sollicitées ponctuellement sur demande du Conseil de Laboratoire ou des personnels.

Pour favoriser la vie scientifique du laboratoire, des séminaires sont organisés régulièrement. On peut y distinguer les séminaires internes dans lesquels interviennent principalement les doctorants, et les séminaires avec intervenants extérieurs. Le **'pot commun'** prend en charge les déplacements nécessaires entre les sites les plus distants (Cachan et Rennes), même si de nombreuses réunions sont organisées en visioconférence.

Très régulièrement nous informons et préparons nos doctorants sur leur devenir (rédaction d'un CV, informations sur le CoNRS, le CNU,...), notamment grâce à la présence, parmi les personnels du laboratoire, de membres de ces différents comités. Une journée des doctorants est aussi organisée tous les ans, et les doctorants l'organisant se voient ainsi attribuer un module de l'école doctorale EDSP. Une réunion de rentrée générale est organisée pour tous les nouveaux doctorants afin de les accueillir dans les meilleures conditions et de leur transmettre plus solennellement les différents messages concernant par exemple l'organisation et la politique scientifique du laboratoire, le règlement intérieur, les règles à appliquer en matière d'hygiène et de sécurité.

Nous avons tout d'abord un rôle de formation à la recherche et par la recherche à jouer auprès de nos doctorants et stagiaires. SATIE met tout en œuvre pour que la relation directeur de thèse-doctorant relève d'un véritable contrat professionnel passé avec les doctorants. Nous procédons à un accompagnement privilégié de nos doctorants notamment en interaction constante avec les écoles doctorales dont nous relevons. Nous les sensibilisons à la nécessité de suivre des formations dédiées et de participer à des écoles thématiques. Ils partent tous en conférences (en moyenne 3 fois durant la thèse). Nous veillons à ce que tous nos doctorants bénéficient de conditions de vie décentes et propices à leur épanouissement professionnel (aide à la recherche de logement, financement, accompagnement social individualisé si nécessaire ...). 22 doctorants sont en moyenne diplômés par an à SATIE. Compte tenu de l'augmentation constante du nombre de doctorants, nous avons en moyenne 95 doctorants par an. Nous travaillons d'ailleurs en lien étroit avec les écoles doctorales **de Paris Saclay, Sciences et Ingénierie** de l'UCP et MathStic de l'ENS de Rennes.

*La vie scientifique des pôles* se déroule à plusieurs niveaux, et s'articule avec celle du laboratoire. Elle commence par l'animation scientifique de chaque groupe. Chaque responsable de groupe organise régulièrement des réunions et séminaires multi-sites ouverts à tous, dont la fréquence est variable. Les séminaires ont fonction d'animation interne par pôle et inter-pôles et doivent contribuer à favoriser les rencontres scientifiques entre groupes. Les chercheurs invités étrangers sont également conviés à intervenir dans le cadre de ces séminaires lors de leur séjour.

Les responsables des pôles ont pour rôle d'impulser la dynamique transversale intergroupes et inter-pôles. Les responsables de pôles et de groupes se retrouvent régulièrement dans le cadre du conseil de laboratoire et du comité scientifique interne pour définir les grandes orientations.

L'organisation de congrès constitue également un élément d'animation scientifique très important qui permet d'élargir les réflexions scientifiques au-delà des pôles et du laboratoire.

A l'initiative de jeunes chercheurs un groupe d'animation scientifique a été créé. Ce groupe a instauré, par exemple, la journée des doctorants au cours de laquelle les doctorants du laboratoire interagissent de manière conviviale afin de créer également un esprit de promotion. Nous avons délibérément confié la responsabilité de ce groupe d'animation scientifique à de jeunes chercheurs des différents groupes n'ayant pas de responsabilité structurelle au sein du laboratoire afin de tenir compte de l'ensemble des sensibilités. Ce processus contribue à une démarche qualité et participative nécessaire à une ambiance de travail favorisant l'efficacité, partagée par tous, et ce dans un contexte de laboratoire multi-sites ayant un effectif en forte croissance.

Notons enfin le grand succès que nous avons obtenu en organisant les 35 ans de recherche à SATIE le 2 juillet 2013 ainsi que les 40 ans le 22 juin 2018 rassemblant toutes les générations depuis la création du laboratoire et confirmant une solide identité.

#### **A.4.2.1 La gestion administrative**

Depuis le départ de notre secrétaire gestionnaire Aurore Gracia, la cellule administrative ne peut pas faire face à ses missions. Afin que Sophie Abriet puisse exercer sa mission de secrétaire générale (et non de secrétaire) nous avons recruté 1 personne en CDD.

#### **A.4.2.2 Gestion des ressources humaines**

Le directeur rencontre régulièrement les agents ITA ce qui lui permet de bien connaître les souhaits et les aspirations professionnelles. De la même manière, les chercheurs et enseignants-chercheurs, de par leur participation à la vie collective sont préparés à prendre des responsabilités croissantes. Les enseignants-chercheurs recrutés se voient octroyer une décharge d'enseignement favorisant leur intégration dans le milieu de la recherche. Une gestion prévisionnelle des emplois et des carrières permet d'anticiper les départs afin de contribuer à la capitalisation des savoir-faire. Le directeur s'appuie sur le conseil de laboratoire pour les décisions relatives à la GRH.

#### **A.4.3 Parité**

Les tutelles sont engagées depuis plusieurs années en faveur de la parité et de l'égalité professionnelle. La prise en compte systématique de l'égalité entre les femmes et les hommes, initiée par la loi du 22 juillet 2013, et l'articulation efficace entre la politique de l'établissement et les orientations nationales du MESR ont permis la mise en œuvre d'une politique égalitaire en direction des personnels de l'université : élargissement des statistiques sexuées dans le bilan social des tutelles en collaboration avec le SEAP (Service Evaluation et Aide au Pilotage), accompagnement dans la mise en œuvre d'une écriture inclusive (Statuts de l'Ecole doctorale), rédaction de courriers types en collaboration avec le service RH à l'attention des comités de sélection pour une évaluation non discriminante des candidates, expertise auprès des personnels Biatss et enseignants (législation sur les congés parentaux, évolution de carrière des femmes, harcèlement sexuel), veille en lien avec le service culturel et le service communication pour une communication non sexiste (associations étudiantes). La prévention contre les discriminations et les stéréotypes de genre, la lutte contre les violences sexuelles et les dispositifs déployés pour combattre les inégalités dans la sphère professionnelle réaffirment l'engagement des tutelles dans ce domaine.

Le tableau ci-dessous décline le pourcentage de femmes par catégorie présent dans notre laboratoire.

Permanents :	18%	Techniciens :	50%
Comité de direction :	25%	Ingénieurs :	8%
Conseil de laboratoire :	33%	CR :	12%
Doctorants :	30%	MCF :	20%
ITA :	33%	PU :	5%

#### A.4.4 Intégrité scientifique

Nos tutelles sont pleinement engagées dans une démarche d'intégrité scientifique, élément essentiel pour fonder la confiance entre la recherche scientifique et la société. Ces principes sont énoncés par la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche, signée par la Conférence de Présidents d'Université et les principaux organismes de recherche.

Dans ce contexte, nos tutelles ont nommé un référent à l'intégrité scientifique, dont les fonctions s'articulent autour de la veille sur la mise en œuvre d'une politique d'intégrité scientifique par l'établissement, de la prévention et du traitement des manquements à l'intégrité scientifique et de la reddition de comptes sur les dossiers traités. Elle met également en place une formation spécifique aux aspects d'intégrité dans la recherche scientifique à l'intention des doctorants et chercheurs.

Le laboratoire s'inscrit dans cette démarche par la sensibilisation de ses membres à la problématique de l'intégrité scientifique et ses enjeux ainsi que sur les dispositifs mis en place. Le laboratoire informe également tous ses membres de l'obligation de signalement des manquements à l'intégrité scientifique. Enfin, il encourage et suit la participation de ses membres (doctorants, chercheurs, ingénieurs, techniciens, etc.) aux formations spécifiques proposées.

#### A.4.5 Protection et sécurité

SATIE dispose d'un agent de prévention qui est situé sur le site de Cachan. Il a la charge de la rédaction du DUER ainsi que la tenue du cahier de prévention et sécurité. Les tutelles ont une démarche de prévention des risques avec la nomination de conseillers de prévention par site, et la mise en place des instances CHSCT engageant pleinement notre laboratoire dans une démarche du DUER.

Ces dernières années, nos tutelles ont consolidé leur politique de prévention notamment par la mise en place de formations de responsabilisation et de professionnalisation destinées aux responsables des unités de travail et aux assistants de prévention. Elles ont parallèlement déployé des outils de gestion des risques (par ex. GPUC à l'UCP) qui sont à la fois des outils de pilotage de la politique générale de prévention, de mise en commun d'information et de mise en relation de tous les acteurs de prévention (unités de travail et leurs assistants de prévention, conseillers de prévention, représentants au CHSCT, DRH et direction patrimoine).

Par ailleurs une politique de prévention sûreté avec le déploiement d'un système de contrôle d'accès global permet d'assurer un accès limité au laboratoire. Toutes les actions entreprises dans ce domaine ont un double objectif : la prévention contre les attentats et la protection du potentiel scientifique et technique de l'établissement. Le laboratoire est partie prenante dans cette démarche lors de la définition des droits d'accès dans nos locaux par le biais d'échanges de pratiques et de réunions d'information

## A.5 Analyse SWOT

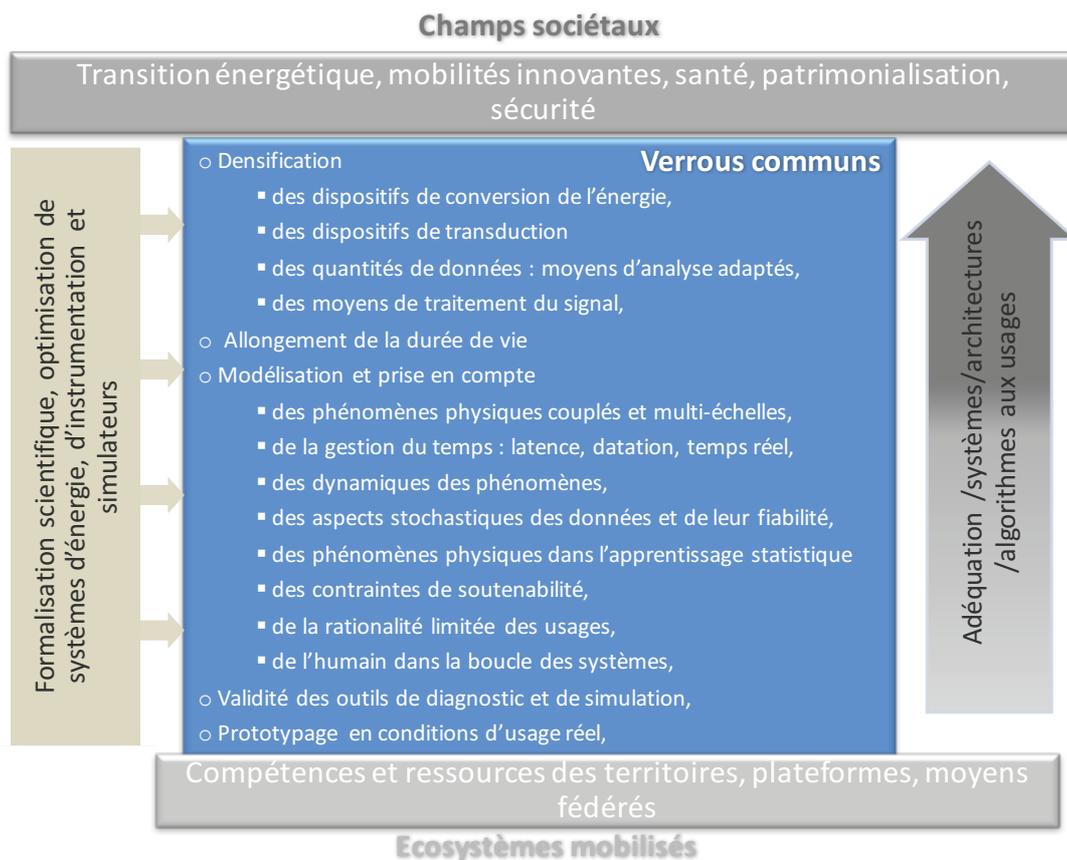
	Points Positifs	Points Négatifs
Structure et organisation interne	<p><b>Forces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bonne attractivité (nombreux recrutements récents et en cours)</li> <li>Capacité à balayer le continuum théorie-simulation-expérimentation-valorisation</li> <li>Synergie pluridisciplinaire : brassage de communautés (ex 61 et 63)</li> <li>Excellent soutien des tutelles</li> <li>Nombreuses plateformes techniques dédiées à l'expérimentation</li> <li>Forte participation aux instances académiques et aux réseaux de recherche</li> <li>Forte capacité à obtenir des financements externes</li> </ul>	<p><b>Faiblesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque de personnels d'accompagnement de la recherche</li> <li>Parité F/H dans l'image de celle des sections</li> </ul>
L'unité dans son environnement	<p><b>Opportunités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Forte implication dans la création du département EOE et dans la dynamique Saclay</li> <li>Forte implication dans la dynamique de Cergy-Pontoise</li> <li>Environnement favorable en terme d'attractivité et de collaborations dans la dynamique Saclay</li> <li>Seul laboratoire 61-63 prévu sur le plateau de Saclay</li> <li>Réaménagements récents et augmentation surface des locaux</li> <li>Renforcement des travaux inter-pôles relatifs à l'électro-mobilité grâce à l'arrivée du LTN et d'ACCIS.</li> </ul>	<p><b>Menaces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manque de pérennité dans les actions liées aux modes de financement recherche à travers AAP</li> <li>Charge croissante liée à la complexité administrative</li> <li>Faiblesse pressentie des recrutements et promotions à venir.</li> </ul>

## A.6 Projet à 5 ans

### A.6.1 Projet sociétal, scientifique et institutionnel : Politique et stratégie générales

La structure du laboratoire, charpentée en deux pôles et en thèmes scientifiques est aujourd'hui pensée pour répondre aux cinq défis sociétaux : **transition énergétique, mobilités innovantes, santé, restauration et conservation du patrimoine matériel (patrimonialisation)** et **sécurité** (criminalistique et sciences forensiques, intégrité des personnes et des biens et des systèmes). Sa mise en œuvre s'appuie sur les écosystèmes territoriaux liés à nos tutelles en bonne articulation avec les dynamiques locales. Les évolutions des écosystèmes dans lesquels SATIE est impliqué permettent d'inscrire le projet de SATIE dans une dynamique nationale et internationale de premier plan. Citons celle liée à la reconfiguration sur le Plateau de Saclay en 2020 qui va permettre d'améliorer notre synergie avec des structures complémentaires reconnues telles que le C2N, le GEEPS et le L2S, le Synchrotron Soleil et le cluster des mobilités innovantes. Conformément à notre volonté d'accroître nos actions en matière de formation par la recherche dans ce même site à travers notamment la Graduate School interdisciplinaire de l'école normale supérieure Paris-Saclay. Cette stratégie territoriale volontariste mêlant formation et recherche de premier plan se retrouve sur les autres sites (en lien avec le patrimoine, et la sécurité sur Cergy, les transitions énergétiques sur Rennes).

Ainsi, la politique scientifique du laboratoire s'inscrit dans le schéma directeur représenté sur la figure ci-dessous.



Notre démarche scientifique générale consiste à formaliser et à optimiser tous types de systèmes d'instrumentation, de systèmes de simulation et de systèmes d'énergie relatifs à ces cinq grands défis sociétaux. Dans cette approche, plusieurs verrous communs à ces défis guident nos orientations et activités scientifiques. Ils constituent dans le même temps un socle spéculatif commun (verrous communs de la figure). Il est remarquable d'observer le caractère transversal de ces questions, raison pour laquelle une organisation par thèmes scientifiques nous semble plus efficace que par groupes thématiques. Cette organisation favorise le travail transversal des chercheurs grâce à une capitalisation systématique des savoir-faire. A titre d'exemple, la question de la modélisation des phénomènes physiques multi-échelle dans l'apprentissage statistique concerne aussi bien la nature temporelle stochastique des données météo pour la gestion des énergies renouvelables que la caractérisation des mouvements dans une foule ou la caractérisation des nanostructures et leurs évolutions.

Plus précisément, notre stratégie de recherche consiste à adresser ces verrous en mutualisant les compétences et les moyens scientifiques mis à disposition par nos tutelles sur les différents sites. Chacun des sites conserve ses spécificités et ses moyens propres qui lui permettent d'être au meilleur niveau possible. Ainsi, notre organisation en deux pôles (CSEE - SIAME) et par thèmes scientifiques, assise sur nos écosystèmes territoriaux (les sites et leurs partenariats locaux) et nos plateformes nous permet d'aborder les problématiques dans une vision d'adéquation des systèmes, des architectures et des algorithmes aux usages. Cette boucle d'innovation vertueuse reliant les enjeux sociétaux, la méthodologie adoptée, les questions posées et les réponses apportées au regard des usages rend compte de notre approche scientifique et de transfert des savoirs.

Le tableau ci-dessous permet d'illustrer cette démarche qui nous donne les moyens de balayer largement ces problématiques sociétales. On notera bien que l'apport des thèmes scientifiques des deux pôles permet d'élargir significativement la contribution scientifique globale pour une approche système large des enjeux.

## Transition énergétique, mobilités innovantes, santé, patrimonialisation et sécurité

Enjeux associés aux nouveaux usages	Verrous associés	Thèmes scientifiques adressés	Pôles	Ecosystèmes impliqués
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilité et efficacité des mobilités innovantes</li> <li>• Accroissement de l'autonomie énergétique</li> <li>• Conception et gestion optimales des systèmes d'énergie</li> <li>• Augmentation de l'autonomie décisionnelle des systèmes autonomes</li> <li>• Sécurisation des usages</li> <li>• Accroissement des performances de mesure (sensibilité, sélectivité...) : du microscopique au macroscopique</li> <li>• Conception d'outils numériques pour l'appropriation des nouveaux usages</li> <li>• Intensification de l'intelligence artificielle dans les cybersystèmes</li> </ul>	<b>Densification</b> - des dispositifs de conversion de l'énergie,	Elaboration, caractérisation et modélisation des matériaux et composants pour la gestion de l'énergie  Intégration et fiabilité en électronique de puissance	CSEE	site ENS-PS, site UCP  site ENS-PS, site Satory, site Cnam
	<b>Allongement de la durée de vie</b>	CEM des systèmes de puissance		site ENS-PS
	<b>Modélisation et prise en compte</b> - des contraintes de soutenabilité, - des phénomènes physiques dans l'apprentissage statistique - des phénomènes physiques couplés et multi-échelles, - de l'humain dans la boucle des systèmes : latence, datation, temps réel - des interactions à différentes échelles	Méthodologie de conception optimale de chaînes de conversion électromécaniques  Adéquation Algorithmes-Architectures Elaboration, caractérisation et modélisation de matériaux complexes		CSEE /SIAME
	<b>Densification</b> - des dispositifs de transduction, - des moyens de traitement de l'information			
	<b>Validité des outils de diagnostic et de simulation,</b>	Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes  Analyse des données et des Images	SIAME	Site Paris-Sud, site ENS-PS, site UCP, site ENS Rennes, site Cnam
	<b>Portabilité des outils de diagnostics</b>	Perception de l'environnement  Contrôle non destructif multi-physique, multi-échelles		Site Paris-Sud, UCP, ENS-Rennes, site Cnam

Ainsi, au-delà d'une vision qui ne serait que disciplinaire et forcément réductrice pour un laboratoire qui relève des systèmes, cette approche permet de réellement fédérer les ressources de SATIE tout en conservant une spécificité et une force propre à chaque écosystème. Ceci donne au laboratoire une originalité peu répandue dans les laboratoires d'ingénierie comparables. En outre compte tenu de nos implications territoriales et de notre organisation multi-sites, ce qui aurait pu constituer une difficulté est en réalité une force qui s'est progressivement développée lors du précédent quinquennal.

Nous allons continuer à favoriser cette transversalité par l'intensification d'une politique scientifique d'appels à projets (AAP) inter-pôles plus conséquent financés sur fonds propres du laboratoire (financements de thèses démarrés en 2018). La pertinence du sujet aux interfaces, son potentiel évolutif et l'adéquation avec les ressources mobilisées constituent des éléments déterminants de la sélection des sujets. Nous observerons sur le prochain quinquennal les retombées de cette initiative.

## A.6.2 Le projet dans les écosystèmes territoriaux

L'arrivée sur le plateau de Saclay sera une étape importante dans l'histoire du laboratoire à plusieurs titres. Outre l'attractivité scientifique du plateau, elle va permettre de disposer de locaux plus vastes et mieux organisés pour développer nos activités et les rationaliser en accord avec la stratégie générale précédemment présentée : la mutualisation des moyens et la transversalité pourront être mises en pratique plus aisément.

Ce déménagement va ensuite nous permettre de rapprocher les plateformes de l'ex-site de Cachan avec la plateforme 'véhicule autonome' du pôle SIAME située dans les locaux de DIGITEO accolés à ceux de l'ENS-PS ; nous en attendons évidemment un renforcement naturel des synergies. Nous nous rapprochons aussi de façon très significative de notre site de Satory situé à l'ouest du plateau, facilitant largement les activités dans CSEE.

Notre forte culture expérimentale adossée sur des plateformes originales sera à même de favoriser les partenariats locaux. Enfin, la proximité géographique renforcera aussi les partenariats déjà existants avec les laboratoires des sciences de l'ingénieur du plateau et l'accès à leurs moyens expérimentaux, et elle en générera de nouveaux.

On peut citer quelques exemples d'activités en démarrage dans ce contexte :

- les activités sur la densification des dispositifs de conversion d'énergie (gestion de la thermique pour l'intégration PCB) existent déjà entre SATIE et GeePS (thèses Shuanfeng Zhang, Benjamin Loyer), entre SATIE et C2N (thèse Jie Wei),
- l'implication dans l'OpenLab PSA pour définir les programmes de recherche ainsi que dans les ITE VEDECOM, EFFICACITY
- l'accès permanent aux chercheurs de SATIE à une ligne du synchrotron Soleil grâce au partenariat développé par l'UCP renforcera les thématiques en lien avec les cosmétiques, le patrimoine matériel et la sécurité,

Les actions incitatives mises en place par l'université Paris-Saclay (accueil de chercheurs, financements d'équipements et de thèses de doctorat) dans l'écosystème du plateau devront largement favoriser ces développements.

Sur le site de Cergy-Pontoise, le laboratoire SATIE contribue largement à la dynamique scientifique de l'initiative d'excellence Paris-Seine récemment obtenue dont 3 des 4 axes prioritaires sont précisément le patrimoine, les cosmétiques et la sécurité.

L'écosystème rennais dispose de conditions particulièrement favorables aux travaux actuellement menés autour du traitement de la variabilité des sources d'énergies renouvelables, comme en témoignent nos collaborations avec l'IRISA (informatique) et l'IRIMAR (mathématiques). En outre, la question énergétique électrique correspond à un défi prioritaire de la région Bretagne, dont le projet RennesGrid, développé sur le campus de l'ENS Rennes et dans lequel SATIE est le laboratoire de recherche majoritairement impliqué, révèle notre ancrage territorial. Ainsi SATIE est à la fois moteur dans la structuration de la recherche en énergie sur le site de Rennes en lien avec le site de Paris-Saclay dans le domaine spécifique des Smarts Grids.

Au niveau des pôles, les activités de CSEE resteront en interaction forte avec les enjeux des transports, de la conversion et de la gestion des ressources renouvelables, dans le contexte décrit précédemment. L'arrivée à Saclay s'accompagnera de la mise en service d'une plateforme CEM dédiée à la conversion d'énergie, disposant d'une cage anéchoïque adaptée à ce type de dispositifs (absorption par tuiles ferrites), totalement instrumentée pour aborder les émissions électromagnétiques de puissance tant en modes conduits que rayonnés proches et lointains. Cette plateforme constituera un équipement unique sur le plateau et contribuera aux partenariats locaux. Par ailleurs, nous développerons les activités de modélisation et conception multi-physique en relation avec l'institut Farman et le LabEX LaSIPS, et nous renforcerons nos activités liées au transport décarboné par une implication au sein des structures et manifestations présentes sur le plateau de Saclay comme déjà évoqué : OpenLab PSA@PSA, les ITE VEDECOM et EFFICACITY, le colloque bisannuel WTE (workshop pour la transition énergétique).

Le pôle SIAME entend renforcer ses activités en lien avec l'instrumentation et le traitement de l'information avec les dynamiques locales. Ainsi au sein de Saclay, il s'agit de renforcer les activités en lien avec la santé en cohérence avec le C2N et l'IDA. Notre proximité prochaine avec L2S renforcera naturellement les travaux communs sur l'estimation multidimensionnelle ainsi que la perception de l'environnement des systèmes autonomes dans le cadre de l'OpenLab PSA, l'ITE Vedecom et IBISC. En cohérence avec la dynamique initiée sur Cergy-Pontoise depuis 10 ans, la création potentielle d'une fédération de recherche en lien avec le patrimoine reliant les actions d'IPANEMA, de la fondation des sciences du

patrimoine, de l'initiative d'excellence de Paris-Saclay et l'initiative Paris-Seine permettra une synergie forte des sites franciliens. Cette dynamique renforcera également le rayonnement scientifique de SATIE à l'international dans ce domaine par la participation de l'ensemble de nos plateformes instrumentales au sein de l'infrastructure européenne d'E-RIHS. Par ailleurs, l'accord cadre stratégique entre le synchrotron et l'UCP permettra de renforcer une dynamique semblable avec la filière Cosmétique en partenariat avec le pôle de compétitivité Cosmetic Valley et la sécurité en lien avec le PJGN.

### A.6.3 Le projet décliné dans les pôles

#### A.6.3.1 Dans le pôle CSEE

Il n'y a pas de rupture majeure avec le quinquennat antérieur mais un renforcement et une volonté de meilleure synergie des activités, notamment via l'entrée par les 6 thèmes scientifiques du pôle qui renforcera les interactions entre les différents groupes (voir tableau ci-dessous pour rappel) et avec le pôle SIAME au travers des AAP interpoles.

Thèmes de recherche	EPI	MME	SETE	TEMA
Elaboration, caractérisation et modélisation des matériaux				
Intégration en électronique de puissance				
CEM des systèmes de puissance				
Vieillessement et durée de vie des composants et des systèmes de puissance				
Méthodologie de conception optimale de chaînes de conversion électromécaniques				
Conception, gestion et contrôle temps réel de systèmes électriques complexes				

Le pôle CSEE souhaite particulièrement mettre en exergue de façon non exhaustive quelques actions transversales qui lui apparaissent à la fois majeures et réalistes durant le prochain quinquennal. Les plateformes existantes bénéficieront de locaux adaptés qui permettront de mieux regrouper des moyens actuellement dispersés : plateforme technologique pour l'intégration PCB et la caractérisation, plateforme pour l'élaboration et la caractérisation des matériaux magnétiques, plateforme d'essai des actionneurs électriques, etc...

- *La gestion optimale de l'énergie électrique dans les transports et le bâtiment basse consommation et à énergie positive*

La gestion optimale de l'énergie (incluant le stockage) dans ces domaines impose d'avoir une méthodologie « système » large qui inclut les sources d'énergie mais qui vise aussi à améliorer les bilans énergétiques de chaque composant ou sous-système sur l'ensemble de leur cycle de vie, c'est à dire en considérant leur énergie grise et leur vieillissement. Les thèmes à développer concernent entre autres la mise en œuvre de dispositifs de stockage de l'énergie électrique, existants ou innovants, qu'ils soient distribués ou non, l'étude de leur sûreté de fonctionnement ainsi que celle des convertisseurs associés et l'analyse de leur sûreté de fonctionnement et de leurs modes de défaillance. De nouvelles approches méthodologiques sont envisagées dans ce thème pour y introduire en particulier le comportement de l'utilisateur dans sa pratique de consommation dans des contextes bien spécifiés (transports, résidence) ainsi que des données stochastiques sur les sources.

Par ailleurs, les supports opérationnels pour la gestion de l'énergie électrique, basés sur des architectures numériques rapides, mettent en œuvre des algorithmes complexes dont on cherchera à accroître les performances et leur robustesse vis-à-vis d'aléas divers au travers du partenariat renforcé avec le groupe MOSS de SIAME. Nous renforcerons nos activités de simulation en temps-réel pour le développement de ces algorithmes en modélisant l'ensemble des constituants des chaînes de conversion de l'énergie.

Les modes de contrôle et les technologies à mettre en œuvre dépendent du niveau d'énergie à gérer, en particulier pour les systèmes à très faible énergie<sup>1</sup>.

Pour mener à bien ces objectifs, nous continuerons bien sûr, à nous appuyer sur nos moyens propres (plateformes, bancs expérimentaux et de caractérisation, compétences dans le pôle SIAME, site de Paris-Sud) et sur les collaborations locales et externes que nous entretenons dans le cadre du GDR SEEDS.

<sup>1</sup> Dispositifs de veille, réseaux de capteurs, nœuds communicants etc...

**Les verrous à lever** : modèles « système » de vieillissement et de défaillance des composants, méthodes de gestion et de dimensionnement optimal dans un contexte stochastique, simulation temps réel, adéquation architecture algorithmes, ...

- *L'accroissement de densité de puissance et d'énergie des convertisseurs statiques et électromécaniques, amélioration de leur fiabilité*

L'accroissement de la puissance et de l'énergie massique (ou volumique) de ces dispositifs est une action importante pour CSEE, elle est globalement structurée autour de la montée en fréquence (voire en très haute fréquence) des dispositifs de conversion de l'énergie électrique. Cela suppose, en termes de convertisseurs statiques, de déployer nos travaux autour des composants à grands gaps, du packaging et des procédés d'intégration (actifs et passifs) gérant simultanément la thermique et la CEM. Ainsi, nous allons encore intensifier nos travaux sur l'intégration PCB de puces de puissance et des composants magnétiques, actions soutenues par une ANR et plusieurs partenariats industriels en phase de démarrage. Cette thématique est un enjeu très important vis-à-vis du domaine des transports plus électriques, des énergies renouvelables. Les méthodologies de modélisation/simulation continuent évidemment d'être stratégiques et feront donc encore partie de nos activités fortes, tout comme celles liées aux modèles Hardware In the Loop (HiL) indispensables pour valider les commandes, notamment en mode dégradé ou l'estimation de grandeurs internes difficilement mesurables (contrôle, suivi de vieillissement, reconfiguration...).

Un autre enjeu est celui de la fiabilité de ces technologies innovantes qui constitue un verrou à leur déploiement. Nous continuerons donc à travailler sur le vieillissement et la fiabilité des composants de puissance utilisés en conversion statique en anticipant sur les futures générations de composants semiconducteurs et au regard d'usages nouveaux (électromobilité, charge statique et dynamique, haute température, etc.). En termes de convertisseurs électromécaniques, cela suppose de concevoir des machines électriques originales optimisées sur cycle d'usage.

Enfin, le concept d'intégration convertisseurs-machines forte puissance - basse tension (~20 kW 48V) constitue un thème fédérateur fort de CSEE pour l'ensemble de nos compétences ; un projet piloté par Emmanuel Hoang, en partenariat avec Eric Labouré du GeePS est en phase de montage. Un brevet français a été déposé et un premier prototype est en phase de test.

Ces objectifs requièrent l'élaboration de matériaux magnétiques et/ou d'aimants plus performants ou dont les pertes sont mieux modélisées, tant en haute fréquence pour la conversion statique qu'à plus basse fréquence dans les actionneurs électromagnétiques. Le but global est la réduction des pertes par une meilleure connaissance de leur physique et une modélisation approfondie, basée sur des procédés de caractérisation performants.

**Les verrous à lever sont** : procédés d'intégration des composants actifs et passifs dans le PCB, compatibilité matériaux, fiabilité, robustesse et gestion thermique et CEM des dispositifs fortement intégrés, modèles multi-physiques performants et fiables dans une large gamme de sollicitation, méthodes d'optimisation adaptées aux problèmes complexes, techniques de réduction de modèles...

- *L'éco-conception et l'amélioration de l'utilisation et de l'exploitation des actionneurs électriques et des convertisseurs statiques*

Cette action constitue une démarche transversale dans le pôle, elle est structurée autour des idées suivantes :

- La prise en compte des impacts environnementaux des composants et des systèmes tant dans leur phase de conception et de dimensionnement que durant leur vie et lors de leur recyclage où leur mode de gestion joue un rôle important. Cette approche a débuté au sein du thème scientifique 'élaboration caractérisation et modélisation des matériaux' : fabrication moins polluante d'aimants. Nous souhaitons l'étendre progressivement à l'ensemble du pôle et notamment dans le cadre du verrou « densification des dispositifs de conversion de l'énergie » car les contraintes d'intégration sont parfois antinomiques de celles du recyclage ou de la réparabilité.
- L'amélioration de la robustesse, de la fiabilité et de la disponibilité de ces dispositifs doit être poursuivie (par exemple au regard des matériaux, de leurs constituants, de leurs topologies, de leurs modes d'alimentation). En particulier, il est nécessaire de connaître la manière dont vieillissent "in vivo" les convertisseurs et leurs composants dans leurs applications et d'aboutir à des modèles macroscopiques de durée de vie ou de vieillissement adaptables à cette l'échelle, véritable verrou scientifique. En particulier, nous allons développer, avec le groupe II du pôle SIAME, la thématique de

l'instrumentation intégrée pour le diagnostic des modules et convertisseurs de puissance fortement intégrés. Notre présence sur le plateau de Saclay nous permettra de nous rapprocher des moyens technologiques du C2N avec lequel nous avons déjà eu une collaboration sur cette idée (intégration de micro-capteurs).

- La compatibilité électromagnétique (CEM) restera un domaine d'intérêt fort en termes de méthodologie et de nouveaux concepts en relation avec les dispositifs de puissance intégrés dans le PCB, puisque nous allons disposer dans les nouveaux locaux de Saclay d'une cage anéchoïque instrumentée dédiée aux dispositifs de conversion d'énergie.

**Les verrous à lever sont :** méthodologies innovantes pour caractériser et quantifier le vieillissement sur le plan expérimental, mécanismes de dégradation et leur modélisation, technologies d'intégration PCB, élaboration de matériaux magnétiques performants, évaluation des impacts environnementaux en relation avec les procédés de fabrication et le recyclage en partenariats industriels ...

- *En perspective*

Dans les domaines de recherche abordés par CSEE, une ouverture vers la prise en compte de l'humain dans les systèmes sera renforcée, en particulier dans les thématiques de l'énergie-transport et de l'énergie-bâtiment et leur autonomie. En effet, ces systèmes doivent non seulement répondre à des impératifs énergétiques, mais aussi à des critères d'adaptabilité qui ne peuvent se concevoir sans cette dimension. Le laboratoire a récemment intégré dans le pôle SIAME deux chercheurs de l'IFSTTAR spécialistes de l'instrumentation des comportements humains et de l'interaction humain-système qui seraient à même de renforcer approche.

#### A.6.3.2 Dans le pôle SIAME

Le renfort du pôle SIAME par l'intégration d'ACCIS permet de conforter le travail scientifique transversal autour de deux axes clés : **Systèmes mobiles, autonomies et usages** et **Systèmes instrumentaux multi-physique et multi-échelles pour la caractérisation** introduisant systématiquement une approche d'adéquation des systèmes aux usages. De fait, ces axes se déclinent en cinq thèmes complémentaires de recherche (voir tableau ci-dessous). Les champs d'investigation scientifiques plus fondamentaux associés à ces thèmes sont la garantie d'une réelle innovation des systèmes d'instrumentation, de contrôle et d'analyse de divers matériaux et environnements complexes. Dans ce tableau, les cases orange clair désignent les apports des groupes par rapport au cœur de métier disciplinaire (ici en orange foncé).

<b>Pôle Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-Environnements (SIAME)</b>			
<i>Axes scientifiques</i>	<i>Thèmes de recherche</i>	<i>MOSS</i>	<i>II</i>
<b>Systèmes mobiles, autonomies et usages</b>	Adéquation Algorithmes-Architectures-usages		
	Perception de l'environnement		
<b>Systèmes multi-échelles pour la caractérisation</b>	Analyse des données et des Images		
	Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes		
	CND Multimodal		

Ces thèmes structurent nos travaux de recherche pour répondre plus largement à l'ensemble des défis sociétaux traités par notre laboratoire. Compte tenu de la transversalité nécessaire, ils s'inscrivent dans des dynamiques globales au sein des écosystèmes régionaux et européens en s'appuyant sur des partenariats et réseaux scientifiques et institutionnels forts. La dynamique dans les domaines relatifs à la santé et au bien-être continuera à être intensifiée conformément aux politiques scientifiques mises en place au sein de la *fédération d'Alembert*, de la *PFMI Cosmétomique*, du Centre de Nanosciences et Nanotechnologies C2N du plateau de Saclay et du *LabEX LaSIPS*. De même, nos activités relevant de la patrimonialisation vont contribuer, par la mise à disposition d'outils innovants auprès des conservateurs et restaurateurs, à l'accroissement du savoir-faire national via l'*EquipEX Patrimex* et le *LabEX Patrima* (via la FSP) et à son rayonnement international via l'infrastructure européenne *E-RIHS* (en cours de mise en place). De même en ce qui concerne les mobilités innovantes, une activité transversale inter-pôles et s'appuyant sur les dynamiques du plateau de Saclay, de l'ITE Vedecom et de l'OpenLab PSA permettra d'y conforter notre positionnement. Ce travail scientifique s'effectuera en étroite collaboration avec les laboratoires du domaine présents dans les écosystèmes (l'Institut Farman, L2S, IBISC, FEDEV, LIVIC, SONDRRA). Par exemple, avec le L2S et SONDRRA, nous poursuivrons nos travaux sur l'estimation multivariée et l'imagerie électromagnétique. Avec le LIVIC et le FEDEV les travaux sur l'adéquation instrumentation-sciences des données-perception dynamique seront renforcés. En perspective une relation plus étroite sera établie avec l'IBISC pour

renforcer cette approche transversale. Enfin dans le domaine des sciences forensiques et de la criminalistique, une collaboration étroite avec l'IRCGN est initiée grâce à l'implantation récente du PJGN sur le site de Cergy-Pontoise.

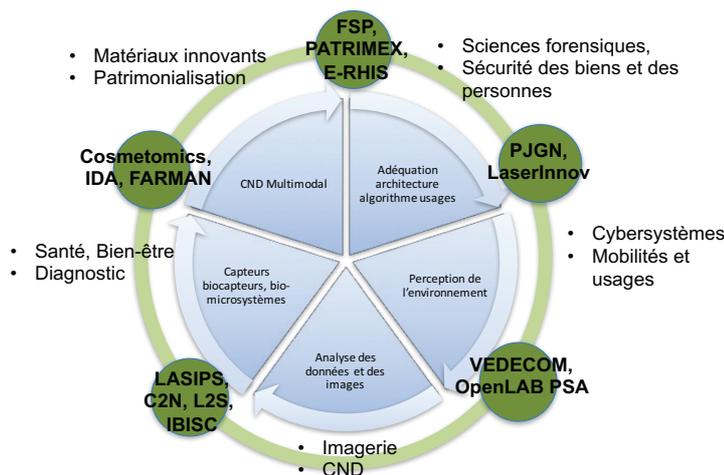


Figure 3 : Activités principales du pôle SIAME

Dans ce contexte, le pôle SIAME poursuivra l'objectif d'optimisation de systèmes instrumentaux multi-capteurs, multimodaux et du traitement de l'information (matériel et logiciel) multi-échelles en incluant les usages au plus tôt de la conception. Il s'appuiera pour cela sur un socle méthodologique fort relevant du traitement du signal et de l'instrumentation au sein des groupes II et MOSS dans une dimension transversale déclinée selon les axes scientifiques détaillés ci-après.

- **Systèmes mobiles, autonomies et usages**

Les systèmes mobiles du futur impacteront fortement notre société par leur capacité d'autonomie tant décisionnelle qu'énergétique. Ces systèmes nécessitent à la fois une prise en compte fine des interactions avec l'environnement, des différents usagers impliqués dans la mobilité, et des contraintes énergétiques des capteurs au traitement. Ces traitements supposent d'intégrer des algorithmes de perception de l'environnement et d'interopérabilité avec l'utilisateur.

**Les verrous transversaux à lever relevant de nos savoir-faire fondamentaux sont :**

- **Les systèmes d'instrumentation** : il s'agit de (i) revisiter la collecte et le traitement des données pertinentes compte tenu du nombre de capteurs nécessaires ; (ii) inclure dans la conception même du système, pour accompagner le changement des pratiques et des usages, la mise en œuvre parallèle de simulateurs d'amélioration des méthodes et des modèles et de validité a priori ; (iii) permettre des études sur piste de situations accidentogènes – dans un objectif de sécurité.
- **La conception d'outils numériques, modèles et algorithmes de traitement** : pour (i) modéliser et intégrer les comportements Humains au sein même de dispositif mobile. Une collaboration avec des spécialistes de l'analyse des comportements est nécessaire ; (ii) améliorer la perception de l'environnement pour une géolocalisation précise.

Des collaborations avec des équipes des sciences du mouvement, d'ergonomie/psychologie et de neurosciences seront naturellement renforcées dans cet objectif. **La création de l'université Paris-Saclay (et de sa « School » double compétence SPI / STAPS), et de la Fédération de recherche Demeny-Vaucanson (FEDEV)**, (projet de School, et projet d'Institut DVIMS) **est naturellement une opportunité unique** de faire collaborer des équipes universitaires mixtes sur la question de la mobilité humaine.

- **Axe « Systèmes innovants de caractérisation »**

La mesure simultanée des comportements mécanique, électrique et optique à différentes échelles des environnements et milieux complexes voire multiphasiques<sup>2</sup> est un sujet d'investigation majeur. La compréhension de

<sup>2</sup> La structure interne est constituée d'un ensemble de particules organiques et/ou inorganiques composées de monomères immergés dans un liquide. Pour les matériaux les plus rigides ce sont des fibres ou polymères interpénétrés contenant des fluides (la peau, les biofilms par exemple).

processus complexes nécessite en effet l'estimation et l'analyse de signatures issues de phénomènes physiques, biologiques et chimiques. L'analyse de ces milieux tant à l'échelle moléculaire que d'un point de vue macroscopique, leur lien avec les échelles intermédiaires microscopique et mésoscopique est notre sujet scientifique central. En outre, pour relier de telles caractéristiques physiques avec la dimension cognitive (implication comportementale, dimension sensorielle), il faut revisiter d'un point de vue fondamental et méthodologique l'optimisation du système instrumental et des modèles d'analyse associés. L'anticipation des évolutions de ces milieux par la mesure multi-échelles-multimodale est un enjeu fondamental d'actualité. Pour limiter la quantité d'information à traiter, un co-design de modélisation et de traitement associé avec les capteurs et les systèmes instrumentaux doit être envisagé. Cette approche nécessite une analyse complexe des interactions ondes-capteurs-matériaux.

On retrouve ces enjeux dans les problématiques de *restauration et de conservation du patrimoine matériel, dans les sciences du vivant, et en sécurité* où la mise au point d'outils de mesure d'aide à la détection ou de constitution de preuves *en sciences forensiques* par exemple nécessite des mesures objectives robustes.

**Les verrous transversaux à lever sont :**

- **Les systèmes d'instrumentation** : (i) une analyse fine voire une manipulation des milieux investigués à des échelles moléculaires et cellulaires utilisant les interactions optiques–électromagnétiques RF avec la matière ; (ii) une corrélation multi-échelle des évolutions physiques, biologiques et chimiques grâce à une investigation multimodale à l'échelle mésoscopique ; (iii) une mise au point de capteurs et microcapteurs dont la portabilité (bas coût) est devenue possible grâce à la miniaturisation des capteurs et à une intelligence numérique intégrée ou déportée.
- **Les modèles de traitement et de simulation** : (i) un design des capteurs et des microsystèmes ; (ii) une mise en œuvre de modèles bayésiens pour l'extraction de grandeurs caractéristiques issues de données spatio-temporelles multi-physiques.

### A.6.3.3 Le projet au travers des moyens communs inter-pôles

Plus qu'une focalisation sur des thèmes de recherche très spécifiques qui pourraient monopoliser les groupes de CSEE et SIAME, il nous paraît important pour notre projet de renforcer plusieurs domaines d'intérêt communs ; nous en citerons trois :

- **Le renforcement du partage des outils méthodologiques entre pôles et groupes** : le précédent quinquennal a vu s'agréger au laboratoire des équipes qui possèdent de fortes compétences en ce domaine. Nous continuerons donc à favoriser les actions de partage de méthodes : l'exemple de l'usage d'un même outil méthodologique développé par le groupe MOSS pour la gestion des mouvements de foule est transposable à la gestion des événements sur un réseau d'énergie, comme déjà évoqué.
- **Le renforcement des plateformes expérimentales et des moyens logiciels utilisables par plusieurs groupes** : c'est la conséquence de la proposition précédente. Notre culture scientifique systématiquement appuyée sur des dispositifs expérimentaux nécessitera le renforcement des moyens expérimentaux dans ces thématiques : renforcer la plateforme de caractérisation des matériaux magnétiques, développer une plateforme de sensorialité et cognitive, un show-room vitrine des innovations de SATIE. De même, une plate-forme logicielle pour traiter de l'optimisation de structures et/ou de commandes pourra constituer une autre mutualisation d'outils.
- **La capitalisation des outils** : nous avons souvent fait le constat de pertes de compétences lorsque le doctorant ou le post-doctorant, qui a développé tel ou tel outil logiciel ou expérimental, quitte le laboratoire. Il nous faut absolument remédier à cette lacune. La pérennisation du patrimoine de connaissances du laboratoire doit être assurée en améliorant nos pratiques : des efforts sont à consentir pour rationaliser le développement d'outils logiciels dans une logique de « boîte à outils ». Toute nouvelle brique logicielle créée doit pouvoir se capitaliser et être exploitée dans un environnement ouvert à l'ensemble du pôle. Cela signifie un effort de rationalisation sur les choix des logiciels employés pour développer nos outils, sur leur pérennité et sur leur documentation. Cet objectif nécessite aussi que des moyens humains spécifiques y soient consacrés : la présence d'ingénieurs en nombre suffisant est indispensable, en particulier un ingénieur de recherche spécialisé dans l'instrumentation pour l'assistance à nos nombreuses plates-formes très souvent pilotées par des dispositifs numériques. Nous en faisons régulièrement la demande et nous souhaitons que nos tutelles prennent la mesure des enjeux ; notamment par comparaison avec des laboratoires de notre domaine souvent mieux pourvus.

Ces évolutions s'inscriront dans les activités des différents groupes de CSEE et de SIAME qui, par ailleurs, ont toute légitimité pour continuer à travailler sur des thèmes de recherche spécifiques qui leur ont donné une reconnaissance nationale et internationale.

## A.6.4 Gestion prévisionnelle des emplois SATIE

### A.6.4.1 Stratégie générale de l'unité de recherche :

D'un point de vue très général, il nous apparaît essentiel de conforter SATIE dans le choix qui a été le sien ces dernières années : **un laboratoire interdisciplinaire 63-61**. En effet cette coexistence nous permet d'appréhender différents projets dans toutes leurs dimensions de "*electrical engineering*".

Par ailleurs, le laboratoire a placé l'expérimentation au cœur de sa politique scientifique. Il est sous-doté en **ITA support à l'expérimentation** de manière critique. Les travaux de recherche en pâtissent car les chercheurs doivent eux-mêmes effectuer de nombreuses réalisations et expérimentations qui pourraient être confiées à un personnel support qualifié. Malgré l'effort de mutualisation et compte tenu du nombre de plateformes cette situation est difficilement tenable. **Un effort significatif de nos tutelles est nécessaire.**

En ce qui concerne les pôles, un travail de restructuration a été effectué en prévision de l'intégration de savoir-faire complémentaires.

**Pour le pôle CSEE** : l'arrivée des chercheurs du LTN de l'IFSTTAR augmente considérablement les effectifs de cette équipe. Le quinquennat qui s'ouvre constitue ainsi une période d'observation/expérimentation pour le pôle CSEE au terme de laquelle il conviendra de réfléchir à son organisation et à son périmètre scientifique : l'organisation en quatre groupes conservera-t-elle sa pertinence au terme de cette période compte tenu des projets qui vont démarrer, des évolutions en cours et dans la perspective du déménagement sur le site de Saclay ? Nous nous donnons ce délai pour affiner notre organisation en laissant à chaque membre de CSEE la possibilité de choix d'orientation vers le groupe le mieux adapté à ses choix scientifiques, évidemment dans le cadre de la politique scientifique du pôle.

**Pour le pôle SIAME** : l'intégration d'ACCIS dans ce pôle a permis de se rapprocher de l'équilibre recherché entre ces deux communautés.

### A.6.4.2 Besoins de l'unité

Pour pouvoir mettre en œuvre notre projet de recherche en tenant compte des mouvements de personnels voici les demandes de postes que nous émettons dans le tableau ci-dessous, elles ont été ciblées sur les tutelles dont relèvent les sites concernés.

- **Concernant les personnels administratifs**

Tout d'abord, nous souhaitons obtenir le plus rapidement possible un technicien BAP C à l'UCP, ainsi qu'à l'Université Paris-Sud pour accompagner la gestion administrative des équipes sur sites. Actuellement, l'UCP finance un tel poste sur CDD depuis quelques mois, de même pour l'UPS pour 6 mois. Il faut maintenant pérenniser ces postes car l'équilibre reste précaire. Nous demandons ensuite un technicien en gestion administrative pour le site de l'ENS Paris-Saclay pour compenser la mutation d'Aurore Gracia. Sophie Abriet tente de pallier cette absence, mais au détriment de ses activités de secrétaire générale. Ce décalage de compétences a pour conséquence de retarder sans cesse la tenue d'un tableau de bord complet ainsi que la mise en place de procédures de gestion rigoureuse de nos ressources propres qui ont augmenté considérablement (15M€). Ainsi, nous pourrions effectivement centraliser l'utilisation des 20% prélevés sur le fonctionnement des contrats et possiblement financer jusqu'à trois thèses tous les ans sur fonds propres.

Le laboratoire a placé l'expérimentation au cœur de sa politique scientifique mais il est sous-doté de manière critique en ITA supports à l'expérimentation. Les travaux de recherche en pâtissent car les chercheurs doivent effectuer eux-mêmes de nombreuses réalisations et expérimentations qui pourraient être confiées à un personnel support qualifié. Malgré l'effort de mutualisation et compte tenu du nombre de plateformes cette situation est difficilement tenable. Nous attirons aussi l'attention des tutelles sur le départ maintenant très probable de notre technicien mécanicien indispensable à la réalisation des prototypes mis au point par les chercheurs. Ces éléments militent pour un effort significatif de nos tutelles. Les demandes de postes reportées dans le tableau vont dans ce sens. On notera aussi la demande d'un IR en calcul scientifique pour accompagner, capitaliser et mutualiser les logiciels produits par le laboratoire : cette demande rejoint un des objectifs affirmés dans le projet du pôle CSEE.

- *Concernant les personnels chercheurs et enseignants chercheurs*

Les postes d'enseignants chercheurs et de chercheurs demandés viennent pallier les départs prévus et sont nécessaires à la mise en œuvre du projet.

Nous souhaitons continuer à faire de la transition énergétique et de l'électromobilité le fer de lance des activités de SATIE. Les recrutements demandés vont en ce sens pour conserver une masse critique de chercheurs notamment lors de notre arrivée sur le plateau de Saclay. Il faut renforcer nos équipes travaillant sur la perception de l'environnement pour les nouvelles mobilités, nos activités en adéquation architecture algorithmes pour traiter des flux de données toujours croissants. Nous avons notamment aussi décidé de renforcer nos activités en CND sur le plateau de Saclay, les recrutements demandés en électronique instrumentation vont dans ce sens. Ils nous permettront de mettre en place des collaborations avec le C2N notamment dans le cadre de l'institut d'Alembert. Il en est de même concernant le thème de l'intelligence artificielle (IA) que nous voulons renforcer car les problèmes traités deviennent de plus en plus complexes. Nous sommes persuadés que nos compétences en modélisation des phénomènes physiques doivent nous permettre d'aborder l'IA en nous appuyant non seulement sur les données (approche des informaticiens) mais en intégrant aussi des modèles physiques sous-jacents. Ce sera entre autres un des moyens du laboratoire pour collaborer avec des chercheurs en SHS. Enfin, le nouveau partenariat que nous sommes en train de sceller avec le synchrotron SOLEIL sur le périmètre scientifique des cosmétiques et du patrimoine nécessite le recrutement d'un CR en instrumentation qui travaillera sur les lignes dédiées de ce grand instrument.

Type		2020	2021	2022	2023	2024
ITA	TCH	2 BAP J (U-Psud – UCP)	1 BAP J (ENS-PS) 1 BAP C mécatronique (U-PS)			
	IE	1 BAP C SI & instrumentation (ENS-Rennes) 1 BAP C instrumentation scientifique (CNRS ou ENS-PS)	1 BAP C Data sciences (IFFSTAR)	1 BAP C SI & instrumentation (U-PS ou ENS-PS)		1 BAP C SI & instrumentation (IFFSTAR)
	IR	1 BAP C Instrumentation (UCP)	1 BAP C information statistique et calcul scientifique (CNRS/U Psud)	1 BAP C Prototypage, Conception (Cnam)		
EC	MCF	1 en Génie Electrique Energie (CSEE) ENS-PS 1 en Génie Electrique en Electronique de Puissance (CSEE) ENS-PS 1 Electronique-Instrumentation (SIAME) ENS PS	1 Analyse des données UPS 1 en Instrumentation (SIAME) ENS PS/ U-PS 1 en Instrumentation (SIAME) UCP 1 Electronique ENS-PS	1 en Génie Electrique matériaux (CSEE) ENS-PS 1 en instrumentation (CSEE) ENS-PS ou U-PS 1 en Instrumentation (SIAME) ENS PS/ U-PS 1 en gestion de l'énergie ENS Rennes	1 en microsystemes ENS Rennes 1 en Instrumentation (SIAME) UCP 1 en système Embarqués (SIAME) U-PS	1 Système de perception U-PS
	PU	1 en Electronique-Instrumentation ENS-PS 1 systèmes embarqués U-PS 1 en gestion de l'énergie ENS Rennes	1 en IAD appliquée en EE ENS-PS 1 en microsystemes ENS Rennes 1 en Génie Electrique Energie, Cnam	1 Système de perception U-PS 1 en Génie Electrique Energie, UCP		
Cherch.	CR	1 en instrumentation Synchrotron-SATIE (CNRS)	1 en IA transport (IFFSTAR) 1 en Génie Electrique (CSEE) CNRS			
	DR	1 en matériau (CSEE)				

Tableau 5 : Demande de postes toutes tutelles confondues

## Partie B Bilan du pôle CSEE (équipe E1)

### B.1 Présentation du pôle et structuration

#### B.1.1 Politique scientifique

Les activités du pôle CSEE sont tournées vers les défis sociétaux de l'électromobilité et de la gestion durable des énergies renouvelables. Les objets d'études s'étendent des composants et des matériaux jusqu'aux dispositifs et aux systèmes, dans des approches où l'expérimentation, la modélisation et l'optimisation se complètent et constituent une culture forte. Le pôle a choisi d'aborder ces enjeux au travers de trois axes scientifiques :

- Matériaux et procédés pour la conversion de l'énergie électrique,
- Systèmes de conversion de l'énergie électrique,

- Contraintes d'usage des dispositifs de conversion de l'énergie électrique.

Au-delà de ces trois axes scientifiques larges, le pôle est structuré en six thèmes de recherche qui fédèrent quatre groupes de chercheurs et d'enseignants chercheurs disposant d'équipements, de plates-formes, de compétences et de partenariats spécifiques. Cette organisation est illustrée dans le tableau ci-dessous ; elle permet une bonne couverture des thèmes de recherche abordés. Le dégradé de couleur indique l'intensité d'implication d'un groupe dans un thème donné. Ainsi, on peut noter que chaque thème de recherche monopolise les ressources d'au moins deux groupes.

Axes scientifiques	Thèmes de recherche	EPI	MME	SETE	TEMA
Matériaux et procédés pour la conversion de l'énergie	Elaboration, caractérisation et modélisation des matériaux				
	Intégration en électronique de puissance				
Contraintes d'usage des dispositifs de conversion	CEM des systèmes de puissance				
	Vieillessement et durée de vie des composants et des systèmes de puissance				
Systèmes de conversion d'énergie	Méthodologie de conception optimale de chaînes de conversion électromécaniques				
	Conception, gestion et contrôle temps réel de systèmes électriques complexes				

*Structuration du pôle CSEE*

Dans le contexte sociétal considéré, les objets d'étude concernent plus particulièrement les chaînes d'énergie des véhicules de transports terrestres et aéronautiques, les auxiliaires de génération, d'actionnement, de conversion statique et de stockage ainsi que les dispositifs micro ou macro de production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables. La modélisation, la simulation, l'optimisation et le dimensionnement sur cycle de vie sont les approches adoptées dans ces travaux scientifiques, toujours appuyées sur une forte pratique expérimentale.

## **B.2 Produits et activités**

### **B.2.1 Bilan Scientifique**

#### **B.2.1.1 Axe "Matériaux et procédés pour la conversion de l'énergie électrique"**

##### **B.2.1.1.1 Thème "Elaboration, caractérisation et modélisation des matériaux"**

**Permanents impliqués** : M. Almanza, D. Labrousse, M. Lo Bue, V. Loyau, F. Mazaleyrat, A. Pasko, L. Prévond.

- *Les objectifs*

Les objectifs poursuivis sont de deux ordres : **(i)** améliorer les propriétés d'usage des matériaux, leur modélisation et intégrabilité, avec les procédés permettant de les mettre en œuvre dans des dispositifs ; **(ii)** créer des matériaux avec de nouvelles propriétés, éventuellement multi-physiques, pour de nouvelles fonctionnalités en combinant des approches expérimentales et théoriques.

- *Les enjeux*

Il s'agit d'une part de la conception de nouveaux matériaux pour les applications énergie, et d'autre part d'optimiser et mettre en œuvre les matériaux dans les dispositifs innovants. Les principales applications visées sont la conversion et récupération d'énergie et la réfrigération.

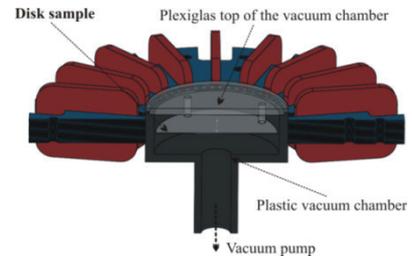
- *Les questions scientifiques centrales*

**Elaboration, caractérisation et modélisation de nouveaux matériaux fonctionnels** : on recherche des propriétés nouvelles ou améliorées s'appuyant sur procédés innovateurs de synthèse et d'association entre différentes phases magnétiques. L'activité comprend la synthèse de matériaux composites nanostructurés, l'étude d'une nouvelle génération d'aimants sans terres rares, la production de matériaux composites multiferroïques, ou encore la synthèse de

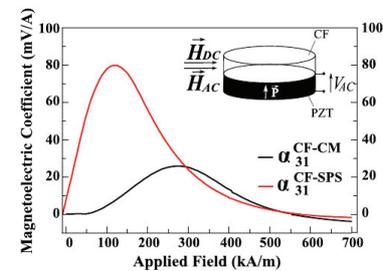
matériaux magnéto-caloriques, ainsi que la conception de composantes ferrite pour l'électronique de puissance. On identifie ici les sous-axes suivants :

**a) La recherche de matériaux magnétiques durs capables de réduire la pression sur le marché des terres rares** est aujourd'hui un objectif stratégique prioritaire pour la Communauté Européenne et États Unis<sup>3</sup>. Deux stratégies sont envisageables pour faire front à ce défi<sup>4</sup>: **rechercher des nouvelles classes de matériaux**, notamment s'appuyant sur des couplages entre phases magnétiques à l'échelle nano-métrique (spring-magnets, exchange-bias); **développer des aimants sans terres rares aux performances intermédiaires** entre celui des aimants terres-rares et celui des anciens aimants à base de ferrites en utilisant des nouveaux procédés et des substitutions.

**b) Dans le domaine des matériaux magnétiques doux**, nous avons contribué de manière importante à l'amélioration des mesures de pertes dans les tôles utilisées pour les machines électriques dans des conditions atypiques (haute induction, haute fréquence, champ tournant). Certains travaux ont été menés en collaboration avec l'INRIM de Turin, notamment sur le champ tournant. Encore dans le domaine des matériaux magnétiques doux pour l'électrotechnique, la recherche d'un matériau léger, conducteur et possédant des caractéristiques magnétiques a amené au développement de composites de fer et aluminium assemblés par contrainte mécanique (laminage). Cette thématique de recherche a permis de déposer 3 brevets, « Aluarmé », « Ondalu » et « Surfalu ».



**c) Dans le domaine des matériaux multifonctionnels**, on focalise nos efforts sur des matériaux mono ou biphasique (composites) qui possèdent simultanément des propriétés ferrimagnétiques ou ferromagnétiques et ferroélectriques liées par un couplage (matériaux magnétoélectriques). Les composites magnétoélectriques de type laminaire (ferrite/PZT/ferrite) que nous avons développés et optimisés, sont suffisamment performants pour être utilisés dans des applications de capteur de courant. L'efficacité de ce système est comparable à celle d'un composite similaire utilisant du Terfenol-D, résultat s'inscrivant encore une fois dans le cadre des stratégies de substitution d'éléments critiques. Nous maîtrisons les procédés qui vont de la synthèse (et frittage) des matériaux via SPS (ferrite Ni-Co-Zn piézomagnétique) de leurs caractérisations, jusqu'à la fabrication des sondes de courant et leur test en conditions d'utilisation réelles.



**d) L'étude des matériaux magnéto-caloriques** pour la réfrigération fait partie des thèmes de recherche du SATIE depuis plus de dix ans. Deux projets européens FP7 (SSEEC, DRREAM ont vu passer le TRL de la réfrigération magnétique de 3 à 6/7. Par-delà l'étude d'amélioration des propriétés magnéto-caloriques de matériaux sans terres rares (Mn-Fe-P-Si et Heusler) en utilisant leur microstructure, on investit de plus en plus dans la mise en œuvre de ces matériaux dans des systèmes de conversion d'énergie à thermo-génération récupérant de la chaleur perdue de bas niveau. Dans ce domaine on s'est notamment investi dans la modélisation thermodynamique et dans le développement d'un interrupteur thermique pour la mise en œuvre d'un matériau calorique dans un dispositif de conversion d'énergie. Actuellement nous étudions également l'optimisation des propriétés par implantation artificielle et sélective de défauts (collaboration avec INSP).

- **La démarche méthodologique**

On suit une démarche multidisciplinaire où un lien entre physique, génie électrique, la science des matériaux et la chimie est la clé pour mener des recherches se déclinant sur trois volets en profonde interaction entre eux :

La modélisation des matériaux permettant d'une part de guider l'activité de conception de nouveaux matériaux pour les applications énergie, et d'autre part d'aider à leur optimisation et mise en œuvre dans les dispositifs d'intérêt. Nos travaux ici vont de la modélisation de l'hystérésis, à l'étude des pertes magnétiques, des transitions de phases et plus récemment à l'étude thermodynamique de la mise en œuvre des matériaux caloriques dans des dispositifs de conversion d'énergie.

Les procédés de synthèse visent la recherche de nouveaux matériaux fonctionnels (e.g. nano-composites pour aimants permanents, composites magnéto-électriques), et à l'amélioration-optimisation des propriétés de matériaux existents

<sup>3</sup> [http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical/index_en.htm)

<sup>4</sup> Voir la section 13 de, D. Sander et al., "The 2017 magnetismroadmap," J. Phys. D: Appl. Phys., vol. 50, no. 36, p. 363001, 2017 et J. M. D. Coey, "Permanent magnets: Plugging the gap," Scr. Mater., vol. 67, no. 6, pp. 524–529, 2012.

(utilisation de techniques non conventionnelles tel le frittage flash pour la synthèse de ferrites et d'aimants sans terres rares).

Le développement instrumental vise la caractérisation avancée des propriétés des matériaux. Par-delà la caractérisation standard des propriétés physiques des matériaux développe ici des techniques innovantes permettant la mesure de propriétés jusqu'à la inaccessibles du point de vue expérimental (e.g. bruit Barkhausen en champ tournant). De plus on est très actif dans le domaine de la définition des protocoles de mesure adéquats pour la caractérisation de nouveaux matériaux (e.g. caractérisation dynamique des composites magnéto-électriques).

L'interdépendance entre ces trois volets est la clé qui mène aux objectifs et qui définit en même temps l'évolution de la thématique. L'activité de modélisation guide la synthèse de nouveaux matériaux, d'autre part les nouvelles propriétés changent le cahier de charge côté caractérisation induisant des évolutions en instrumentation, des nouvelles mesures nécessitent des modèles améliorés pour être interprétées etc.

Plateformes impliquées	Plateforme MME
Projets collaboratifs en lien	1 FP7 (DRREAM), 3 ANR (e-MECA, Obnarem), 1 ANR international (MINAFC), 2 Institut Farman (IDEFIX, Mather), 2 Lasips (MAETEC, ITBAE), 1 SATT Paris-Saclay / ICMMO (Ondalu), 1 FUI (3MT)
Collaborations industrielles	Valeo, S2M (groupe SKF)
Thèses en lien	R. Tayade, O. Amrit, V. Morin, A. Aubert, A. Mercier, M. Tyrman, T. Benghzaïel, P. Clérico, T. Gaudisson, G. Franceschin, T-T. Le

#### B.2.1.1.2 Thème " Intégration en électronique de puissance "

**Permanents impliqués** : F. Costa, D. Labrousse, S. Lefebvre, F. Mazaleyrat, M. Petit, B. Revol, D. Vasic,

- *Les objectifs*

Les objectifs sont l'intégration de fonctions élémentaires d'électronique de puissance et de systèmes de conversion. A travers ces travaux d'intégration, plusieurs thématiques de recherche (intégration de puissance, CEM, fiabilité, thermique, matériaux actifs) sont adressées. Nous cherchons ici à développer des compétences et savoir-faire d'ordre méthodologique et technologique nous permettant d'élaborer des composants facilement intégrables (réalisation d'inductances et transformateurs monolithiques, transformateurs piézoélectriques), d'intégrer des composants et fonctions élémentaires (enfouissement de puces, de composants magnétiques ou piézoélectrique dans du PCB), de profiter de l'intégration pour améliorer le fonctionnement et les performances des structures de conversion (augmentation des fréquences de découpage, amélioration de la CEM, fiabilisation des structures de conversion) et de développer, par l'intégration, de nouvelles structures/fonctions de conversion (convertisseurs piézoélectriques, filtres CEM actifs, coupleurs, protections).

- *Les enjeux*

Les enjeux sont ceux de la miniaturisation des fonctions de conversion en électronique de puissance, sans dégradation voire avec amélioration de l'efficacité énergétique globale et de la fiabilité.

- *La question scientifique centrale*

La question scientifique centrale sous-tendue concerne l'optimisation des procédés technologiques de réalisation de composants intégrés et/ou d'intégration de composants, par exemple dans du PCB.

- *Les questions scientifiques secondaires*

Les questions scientifiques secondaires traitées sont : *(i)* comment assurer la gestion thermique des composants et fonctions intégrées ou enfouis. Ce qui nécessite également de bien connaître les pertes dans les composants semi-conducteurs mais surtout dans les conducteurs et composants magnétiques avec des facteurs de forme particuliers et des propriétés magnétiques pouvant être modifiées/altérées par les processus d'intégration, *(ii)* comment choisir les matériaux les mieux adaptés pour la réalisation de telles structures, avec prise en compte dès la phase de conception de problématiques liées à l'efficacité énergétique globale et la fiabilité, *(iii)* quels modèles doivent être utilisés et/ou développés pour la conception de telles structures intégrées, efficaces, fiables et durables, et quelles méthodologies d'optimisation est-il nécessaire de mettre en œuvre, *(iv)* comment profiter au mieux de ces structures intégrées pour minimiser les perturbations conduites et rayonnées et *(v)* comment instrumenter ces structures de conversion fortement intégrées sans dégrader leurs performances. Pour répondre à ces questions, un certain nombre de verrous scientifiques doivent être levés tels que :

- la caractérisation des composants et matériaux intégrés
- les modèles multicritères et les méthodologies d'optimisation (volume, pertes, CEM, fiabilité)
- la conception et l'intégration de capteurs (instrumentation du convertisseur et monitoring pour maintenance prédictive)
- l'intégration des organes de contrôle, surveillance et diagnostic de ces structures multi-interrupteurs et fonctionnant à très haute fréquence de découpage.

• *La démarche méthodologique*

La démarche méthodologique s'appuie sur 3 volets complémentaires :

*a) Les technologies d'intégration* : des premiers prototypes d'intégration dans le PCB ont permis de mettre au point les procédés d'assemblage (profils de pression et température) d'enfouissement de puces et d'intégration de composants magnétiques (Thèse Y. Pascal, en cours). Un procédé de reprise de contact par mousse pressée a été mis au point (Fig. 1), il peut également être appliqué sur de faibles surface de contact (ex : contact de grille) après ajout d'une couche de masquage (par exemple Polyimide) permettant l'enfouissement de puces de puissance (MOSFET, IGBT). Nous caractérisons également des matériaux magnétiques en couches millimétriques, dont les propriétés mécaniques sont compatibles avec les pressions et températures de pressage du PCB pour la réalisation d'inductances (Fig.3), transformateurs et coupleurs intégrés au PCB (Thèse G. Héroult, en cours). Enfin, la maîtrise technique de réalisation de composants monolithiques qui permet d'intégrer dans un ferrite des conducteurs de cuivre par méthode SPS (Spark Plasma Sintering) nous a permis de développer des composants magnétiques originaux (Fig. 2) et extrêmement prometteurs avec un excellent comportement fréquentiel (jusqu'à 10 MHz) (Thèse A. Mercier, 2016, tel-01466720).

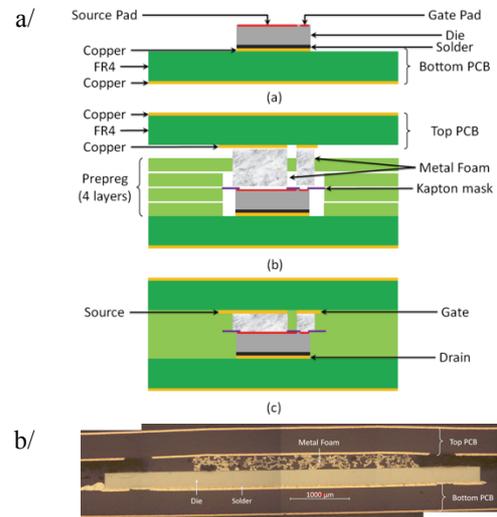


Fig.1 a/ Étapes du procédé de prise de contact de face avant par mousse métallique pressée. b/ Coupe métallographique d'un prototype, ici réalisé sans masque de kapton.

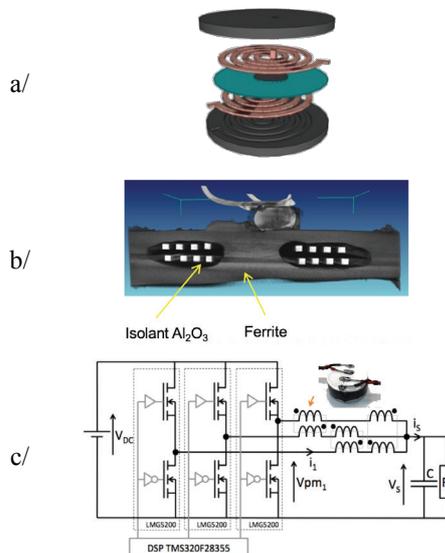


Fig.2 : a/ Vue éclatée d'un coupleur monolithique b/ Tomographie à rayons X c/ Structure VRM réalisée

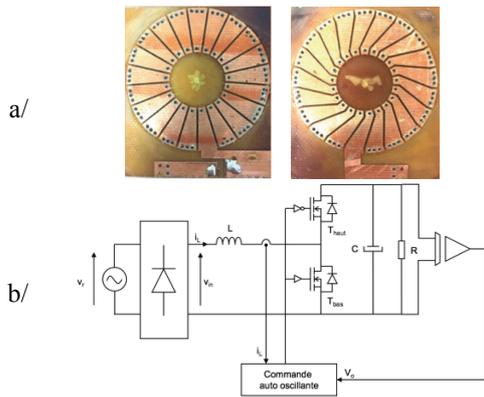


Fig.3: a/ Inductance réalisée à base du matériau IBF15, 13  $\mu$ H, 2A, 10 MHz b/ Structure du PFC

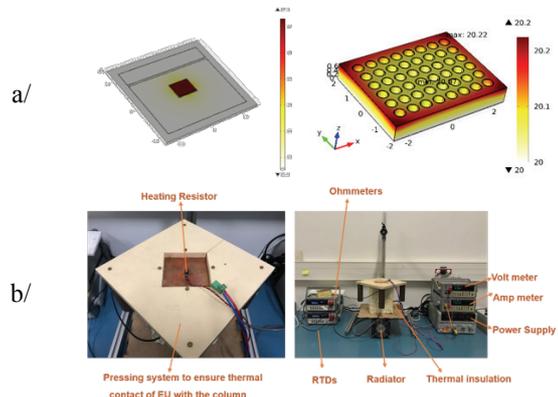


Fig.4 : a/ Simulation de l'élévation de température d'un refroidissement par trous métallisés b/ Banc expérimental de validation

Enfin, des travaux autour du refroidissement de ces structures (passif par trous métallisés ou via des inserts de cuivre ou encore, actifs par l'intermédiaire de modules Pelletier) sont menés actuellement (Fig.4) (Thèse S. Zhang, en cours).

**b) L'expérimentation** : en parallèle aux développements technologiques, des développements expérimentaux sont systématiquement menés avec un triple objectif : *(i)* caractériser en vue de leur intégration les matériaux et composants réalisés en profitant des plateformes de caractérisation des groupes EPI et MME, *(ii)* valider la fonctionnalité des briques élémentaires réalisées dans des convertisseurs représentatifs des applications et *(iii)* sur la base des filières d'intégration validées, développer des structures complètes intégrant l'ensemble des fonctionnalités d'un convertisseur.

**c) La modélisation et l'optimisation multicritères** : la conception de ces structures intégrées nécessite l'utilisation et/ou le développement de modèles multi-physiques couplés (thermique, électromagnétique, mécanique) et multi-échelles. Des modèles à éléments finis sont ainsi classiquement mis en œuvre pour l'estimation des pertes, des températures, du rayonnement électromagnétique (Thèse D. Oustad, 2018, tel-01727658). Des techniques d'optimisation sont également développées (routage et choix et placement des condensateurs de découplage vis à vis de la CEM) (Thèse H. Daou, 2018) mais devront être étendues pour prendre en compte, au niveau du projet, les contraintes liées cette fois à la fiabilité et à l'analyse sur cycle de vie.

Plateformes impliquées	Plateformes Electronique de puissance : Intégration et CEM Plateforme de caractérisation de matériaux magnétiques Plateforme de vieillissement des composants
Projets collaboratifs en lien	Projet Labex LASIPS (Intégration PCB de convertisseurs de puissance, IEF, Centre des matériaux, Jan. 2014 – Sep. 2015) Projet ANR JCJC (HIT-TEMS, 2016-2020), financement de la thèse de Yoann Pascal
Collaborations industrielles	Financements de 2 thèses par Vedecom : Houcine Daou, Dounia Oustad Contrat 3DPlus : financement de la thèse de C. Colonna Contrat de recherche avec Safran Tech

### B.2.1.2 Axe "Systèmes de conversion d'énergie électrique"

#### B.2.1.2.1 Thème " Conception, gestion et contrôle temps réel de systèmes électriques complexes "

**Permanents impliqués** : H. Ben Ahmed, A. Blavette, A. De Bernardinis, L. Idkhajine, S. Le Ballois, R. Le Goff Latimier, E. Monmasson, B. Multon, M. Ruellan.

- **Les objectifs**

Les objectifs principaux sont ici de formaliser et proposer des méthodologies pour l'optimisation à la fois des architectures matérielles et de leur algorithmique de contrôle/gestion pour les systèmes d'énergie électrique dans un contexte de soutenabilité. Les systèmes considérés sont multi-échelles, tant d'un point de vue temporel que spatial. Les objectifs scientifiques sont la recherche d'architectures innovantes de conversion et de stockage d'énergie, l'élaboration des modèles énergétiques et comportementaux associés (incluant le vieillissement des composants critiques), de lois/algorithmes de contrôle/gestion optimaux, et l'implémentation matérielle/logicielle de ces lois.

- *Les enjeux*

Les enjeux sont la soutenabilité des procédés de production, de consommation, et d'échanges de l'énergie électrique ainsi que l'opérabilité de ces procédés.

- *La question scientifique centrale*

La question centrale est d'ordre méthodologique : quelles sont les approches adaptées à la modélisation et au contrôle/gestion d'un système électrique complexe.

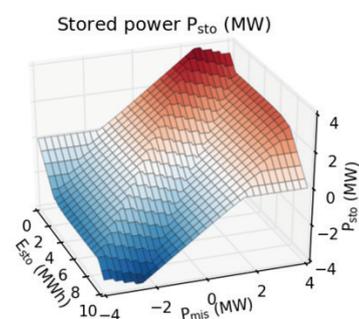
- *Les questions scientifiques secondaires*

Les questions secondaires sont i) quels sont les critères de performances/qualité pertinents au regard d'un système électrique complexe, ii) quels sont les modèles stochastiques de prédiction des profils instantanés de production et d'usage, iii) comment améliorer la formalisation du problème fondamental de co-optimisation dimensionnement – gestion d'énergie sur cycle de vie intégrant les modèles « système » de vieillissement des composants, iv) Quelles sont les stratégies de commande adéquates en vue de leur implantation sur cible FPGA SoC.

- *La démarche méthodologique*

Pour répondre à ces questions, quatre sous-thèmes sont abordés ici :

**Systèmes électriques soutenables** : la décentralisation de la production électrique et sa variabilité (ex : éolien, photovoltaïque, houlogénérateur) associée à faible flexibilité constitue, pour le système électrique, un profond changement de paradigme. Nos travaux de recherche, au sein du pôle CS2E, ont mis en évidence que l'impact négatif des erreurs de prévision des sources variables pouvait être considérablement limité, par le pilotage d'un stockage et/ou de charges pilotables telles que des véhicules électriques. Les collaborations locales, entre « agents », permettent de profiter pleinement de leurs potentiels, notamment en termes de soutenabilité, mais également de favoriser les échanges locaux et de réduire les contraintes sur le réseau électrique (PhD L. Dang, 2014, tel-01207633). De plus, elles offrent la possibilité d'une meilleure résilience.



Stratégie de gestion d'un stockage en fonction de son état d'énergie ( $E_{sto}$ ) et de l'écart ( $P_{mis}$ ) à l'engagement de production éolienne.

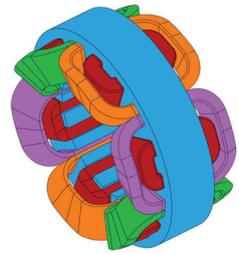
Ces questions ont été explorées dans divers travaux de recherche adossés à des projets collaboratifs tels que le projet ANR QUALIPHE consistant en l'étude de fermes de houlogénérateurs directs avec système de lissage par supercondensateurs (PhD Kovaltchouk, 2015, tel-01206269), ou le partenariat avec EDF R&D relatif aux fermes éoliennes avec stockage pour « absorber » les erreurs sur les prévisions de production (PhD Haessig, 2014, tel-01126946), et enfin l'étude de système collaboratif ferme PV – flotte de véhicules électriques (PhD Le Goff Latimier, 2016, tel-01419931) dans le cadre d'une collaboration avec LANGA Solar et Météo France. Ces travaux ont permis d'intégrer, dans les approches de co-optimisation à la fois le caractère stochastique des profils temporels (par programmation dynamique stochastique notamment), mais aussi les approches de gestion optimisée distribuées (et leur comparaison par rapport aux approches centralisées), ainsi que le coût sur cycle de vie des composants les plus vulnérables (convertisseurs statiques et systèmes de stockage/lissage).

Ces approches se prolongent actuellement à travers deux thèses (T. Baroche, J-B Blanc-Rouchossé), débutées en 2017, et consacrées à la recherche de mécanismes adaptés d'échanges d'électricité et de gestion décentralisée (approches *peer-to-peer* et *multi-agents adaptatifs*). Par ailleurs, ces travaux, ainsi que dans l'immense majorité de l'état de l'art, supposent que le réseau de communication est parfait (fiable et sans latence). Cette hypothèse devient très limitante lors de l'étude de la régulation en temps réel. En effet, à cette échelle de temps, il est nécessaire de mener une étude conjointe de l'évolution du réseau électrique et de la réaction des dispositifs intelligents et communicants. Dans deux projets en cours (projet ADEME RennesGrid et projet OPENS), on s'attache ainsi à explorer, en simulation et en pratique, l'interaction entre les réseaux de puissance et les réseaux de communication au sein d'un Smart Grid dans l'optique d'évaluer l'impact des imperfections ou incidents des moyens de communication sur la qualité d'un réseau d'énergie décentralisé et ses besoins en robustesse. Les modèles stochastiques de l'erreur de prévision évoqués précédemment y seront appliqués et testés.

- **Bâtiments - énergie - qualité d'air** : des travaux sont menés dans le domaine du bâtiment et plus particulièrement le bâtiment résidentiel. Dans un premier temps, ces travaux se sont intéressés à la modélisation des équipements et plus particulièrement à la prise en compte de l'impact thermique des appareils électriques (PhD Park, 2013, tel-01085024). L'objectif des travaux en cours est de développer des stratégies de gestion énergétique en considérant les usages et la qualité de l'air, ceci à travers des modélisations analytiques et numériques mais surtout à travers des mesures in situ. Une collaboration long terme avec la société SOMFY nous a permis de disposer de mesures, en usages réels, de paramètres d'intérêt (température, CO2, humidité, irradiance solaire,...) sous forme de séries temporelles dans plusieurs logements. Les approches stochastiques développées dans le cadre du sous-thème précédent seront adaptées lorsque l'identification des modèles d'usage sera finalisée.
- **Contrôle et simulation temps-réel embarqués des systèmes électriques** : les composants numériques de type FPGA SoC ont subi d'importantes évolutions ces dernières années tant au niveau de leurs architectures internes que les outils de développement qui leurs sont associés. Dans ce contexte, le pôle CSEE s'intéresse activement à ces solutions et les applique pour la commande et la simulation temps-réel embarquées de systèmes électriques. Dans le cadre de la commande, il est important de souligner que les algorithmes actuels sont de plus en plus complexes et incluent de plus en plus de fonctionnalités supplémentaires telles que des observateurs/estimateurs, des algorithmes de diagnostic et de surveillance du système ... Pour répondre à cette montée en complexité, il faut donc mettre en œuvre des calculateurs suffisamment puissants mais à bas coût, tout en préservant la bande passante du contrôleur et en ce sens les plateformes de type FPGA SoC peuvent répondre avec succès à ces exigences (PhD J. Sawma, 2016, tel-01430663), (PhD J. Khoury, 2016, tel-01328712), (PhD M. Ricco, 2015), (PhD W. Zine, 2017). En ce qui concerne la simulation temps-réel, là aussi il s'agit d'un thème de recherche à part entière et dont l'ampleur ne cesse d'augmenter. La simulation temps-réel ou plus précisément la validation HIL (Hardware-In-the-Loop) a un réel potentiel car elle constitue un intermédiaire quasi incontournable entre une simulation purement logicielle et un test purement expérimental. Plus concrètement, il s'agit de développer et remplacer le système ou une de ses parties par des modèles temps réel. Ainsi, toute notre réflexion sur ce thème est comment atteindre un haut niveau de fidélité et représentativité de ces modèles ? Comment maîtriser leur implantation de façon à les rendre plus rapides et parfaitement synchronisés. Nous ajoutons à ces deux problématiques une contrainte supplémentaire qui relève de « l'embarquabilité » de ces modèles temps-réel (PhD M. Dagbagi, 2015), (PhD D. Tormo, en cours), (PhD M. Ricco, 2015), (PhD J. Sawma).

Plateformes impliquées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plateforme instrumentée Energies renouvelables avec stockage. 2 kW<sub>c</sub> PV polycristallin, batterie Li-Ion 10 kWh, fonctionnement connecté réseau ou îloté. Est associée à cette plateforme une base de donnée Open Data en cours de finalisation (<a href="http://sigma.ens-rennes.fr">http://sigma.ens-rennes.fr</a>) permettant de télécharger librement les séries temporelles des paramètres mesurés irradiances, températures, puissance échangée avec le stockage, puissance injectée au réseau, ... etc.</li> <li>- Emulateur matériel d'une chaîne électrique de houlogénérateurs directs avec système de lissage par supercondensateurs</li> <li>- Bancs expérimentaux machines-convertisseurs modulables et pilotables TR par système de prototypage dSPACE.</li> <li>- Plateformes numériques à base de FPGA SoC dédiées aux validations HIL (Hardware In the Loop)</li> </ul>
Projets collaboratifs en lien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projet ANR QUALIPHE (<i>Qualité, Lissage et Intégration au réseau de la production des houlogénérateurs électriques directs</i>) porté par le SATIE, 2012-2015</li> <li>• Projet ADEME RennesGrid porté par Schneider Electric, 2017-2021</li> <li>• Projet OPENS (<i>Open ENS Smart Grid</i>) financé par l'ENS Rennes, 2017-2018</li> <li>• Projet Exela-VO financé par Valéo-Siemens et le conseil général du Val d'Oise, 2014-2017</li> <li>• Projet « Power quality in coastal smart grids » financé par le PHC franco-irlandais « Ulysses », en collaboration avec le centre irlandais sur les énergies marines renouvelables (MaREI) et University College Cork, Irlande."</li> <li>• Projet "SmartWave: power quality in coastal smart grids", financé par Marie Curie Actions, Intra-European Fellowship (IEF), FP7, (<a href="https://cordis.europa.eu/project/rcn/187685_en.html">https://cordis.europa.eu/project/rcn/187685_en.html</a>). En collaboration avec le centre irlandais sur les énergies marines renouvelables (MaREI) et University College Cork, Irlande</li> <li>• Projet "BlueGrid", co-financé par la région Bretagne et l'Ecole Normale Supérieure de Rennes, en collaboration avec le laboratoire IREENA, Université de Nantes</li> </ul>
Collaborations industrielles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIFRE avec EDF SEI et R&amp;D, 2011-2014 (thèse Pierre Haessig)</li> <li>• Contrat avec la société Somfy en 2014/2015, 2015/2016 et 2017/2018.</li> <li>• Contrat avec la société LANGA Solar, 2013-2016</li> <li>• CIFRE : Convention 15362013 ; Université de Cergy-Pontoise, Valéo-Siemens, Conseil général du Val d'Oise</li> </ul>

### B.2.1.2.2 Thème "Méthodologie de conception optimale de chaînes de conversion électromécaniques"



**Permanents impliqués** : H. Ben Ahmed, O. De La Barrière, M. Gabsi, S. Hlioui, E. Hoang, M. Lo Bue, J. Ojeda, B. Multon, L. Prévond, M. Ruellan, D. Vasic, L. Vido,

- *Les objectifs*

L'objectif principal est l'amélioration de l'efficacité énergétique et la qualité de la conversion d'énergie des transducteurs électromagnétiques conventionnels et non conventionnels. Les attendus des systèmes de conversion électromécanique ont considérablement évolué et se sont largement complexifiés : cycles de fonctionnement complexes intermittents, voire stochastiques, fonctionnalités accrues, performances massiques et volumiques sévères, intégration, environnement contraignant, durabilité et recyclabilité, etc.). Ces attendus ont engendré, soit de nouvelles contraintes devant être prise en compte dès la phase de conception, soit l'exigence de recherche de nouvelles architectures et topologies de conversion, soit encore l'élaboration de modèles et de méthodes avancés.

- *Les enjeux*

L'enjeu principal est la conception de chaînes de conversion efficaces à très faible impact environnemental.

- *La question scientifique centrale*

Quelle est la démarche éprouvée et efficace de conception de composant et/ou de chaîne de conversion non-conventionnels.

- *Les questions scientifiques secondaires*

Les questions secondaires sont : **(i)** Quelles nouvelles topologies de convertisseurs électromécaniques ou de chaînes de conversion et leur contrôle permettant d'accroître sensiblement la fiabilité ? **(ii)** Quels sont les outils pertinents de conception assistée ? **(iii)** Quels sont les modèles spécifiques tenant compte des fortes non-linéarité, effet 3D, couplage électro-magnéto-mécano-thermique, pertes magnétiques sous sollicitations complexes, modèles réduits, adaptés à l'étude des chaînes de conversion électromécaniques ? **(iv)** Enfin, la mise en œuvre de méthodes d'éco-optimisation sur cycle de vie tenant compte des phases de construction, de déconstruction et de vieillissement des composants de la chaîne de conversion.

- *La démarche méthodologique*

**La démarche méthodologique** s'appuie sur trois volets complémentaires :

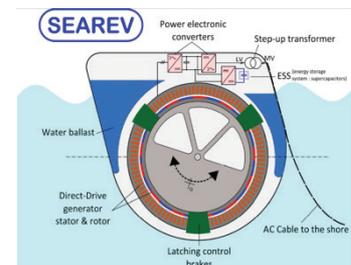
a) La conception de nouvelles architectures et topologies de convertisseurs électromécaniques : le pôle CSEE est reconnu au niveau national et international par ses innovations en termes de structures électromécaniques non conventionnelles. On peut citer, en exemples, les nouveaux concepts de structures développés au laboratoire et aujourd'hui largement diffusés dans la communauté tels que la commutation de flux (en topologie linéaire et tournante), la double excitation, les bobinages et convertisseurs fractionnés, les structures excitées à rotor passifs, ou encore les centres magnétiques actifs auto-détecteurs (PhD A. Nasr, N. Faltakh, T-K Hoang, 2016, tel-01408271, B. Gaussens, 2013, tel-00958023, B. Chareyron 2016). La conception peut être également vue comme un problème d'optimisation de la distribution de matières. Aussi, des travaux autour des méthodes d'optimisation topologique appliquées aux transducteurs ont également été menés (PhD J. DENIES, 2013, tel-00955966, collaboration avec l'UCL Belgique).

b) Le développement de modèles en vue du dimensionnement et/du contrôle optimisés de la chaîne de conversion sous diverses sollicitations. Dans cette famille de modèles, nous travaillons sur l'élaboration de :

- **Modèles électromagnétiques basses et hautes fréquences** : les modèles basse fréquence (inférieure à la dizaine du kHz) permettent d'évaluer les performances fonctionnelles de la machine/transducteur étudié (couple/force, tension, pertes). Ces modèles sont développés principalement selon deux formalismes à savoir analytique basés sur la résolution formelle des équations de Maxwell en magnétostatique et magnéto-dynamique (PhD B. Chareyron, 2016, coll. S2M-SKF), (PhD de B. Gaussens, 2013, tel-00958023), (PhD de M. Desvaux, en cours) ou semi-analytique (PhD H. Bouker, 2016, tel-01450394), (PhD A. Dupas, 2016, tel-01411300), (PhD de S. Asfirane, en cours). A noter que ces modèles exigent souvent une connaissance très fine des caractéristiques des

matériaux (forte saturation, « haute » fréquence, induction polarisée), ce qui implique une identification expérimentale spécifique des matériaux et des modèles de comportement non-linéaires. Les modèles électromagnétiques haute fréquence (10kHz à 10MHz) permettent d'étudier les phénomènes électrostatiques dans les bobinages des machines électriques pour prédire le comportement des isolants électriques sensibles aux forts  $dv/dt$  (PhD. V. Bolgova, en cours) et/ou de prédire, dès la phase de conception, leurs impédances en mode commun et mode différentiel (PhD N. Boucenna, 2014, tel-01064831).

- **Modèles vibratoires** : ils permettent la détermination du niveau de bruit acoustique et/ou vibratoire dans le cas d'une alimentation basse vitesse (bruit magnétique, PhD J. Boisson, 2014, tel-01151864) et haute vitesse (bruit aéro-acoustique, PhD S. Parrang, 2016, tel-01432008). Ces modèles vibratoires prennent en entrée l'alimentation électrique et la géométrie de la machine électrique pour estimer le déplacement mécanique de la carcasse statorique par une approche modale. Ces modèles vibratoires peuvent alors être utilisés pour le dimensionnement de machines électriques en tenant compte de la qualité acoustique de celle-ci (PhD J. Boisson, 2014, tel-01151864) et (PhD S. Parrang).
- **Modèles de défauts** des machines électriques : ces modèles permettent de prédire le comportement de l'ensemble convertisseur-machine (couple, vitesse, courants, ...) dans le cas de défauts (principalement électrique, (PhD E. Ben Sedrine, 2014, tel-01149421), (PhD R. Ammar, en cours). Ces modèles de défauts sont utilisés pour l'optimisation de la commande en mode reconfiguré afin de maximiser les performances en mode défaut. Ces modèles sont également utilisés afin d'élaborer des méthodes de détection des défauts en utilisant les informations vibratoires (PhD N. Lanciotti, en cours) et pour caractériser ces défauts en fonction de la géométrie de la machine.
- **Modèles « réduits »** : il s'agit ici d'appliquer les méthodes les plus performantes de réduction de temps de calcul par modèles de substitution pour l'étude des « composants » ou « des systèmes ». Des approches par métamodèles (par Krigeage adaptatif) ont été explorées et appliquées à des problématiques d'optimisation de machine (PhD J-L. Duchaud, 2015, tel-01315547). Le développement de ces approches couplées à des algorithmes d'optimisation entre dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire LMT de l'ENS Paris Saclay.
- **Modèles pour approches systémique** : à l'inverse du modèle « composant », il s'agit ici d'étendre l'analyse et le dimensionnement optimisé à la double échelle : échelle du système électrique (chaîne de traction ou de génération d'énergie) et échelle du cycle de vie des composants. Dans cet objectif, il est nécessaire d'élaborer des modèles adaptés. Ces modèles dits « système » ont comme première spécificité : les paramètres d'entrée et de sortie correspondent nécessairement aux paramètres observables/mesurables par le système. De plus, le critère de précision est pondéré par le critère de rapidité d'évaluation. C'est dans ce cadre que différents travaux autour des chaînes de conversion ont été effectués, notamment pour la co-génération d'énergie thermo-électrique en collaboration avec le laboratoire FEMTO-ST (PhD TT Dang, 2013, tel-01063146), ou dans la génération d'électricité à partir de systèmes de houlogénérateurs (projet ANR QUALIPHE, PhD T. Kovaltchouk, 2015, tel-01206269), ou encore dans l'étude des chaînes associées à un aérogénérateur avec multiplicateur magnétique (contrat Jeumont Electric, PhD M. Desvaux, en cours). Dans une autre échelle de puissance, nous avons également mené des travaux sur les micro-générateurs. D'une part, les micro-générateurs de piézoélectriques pour l'auto-alimentation des interfaces électriques, étude qui a été réalisée en collaboration avec le laboratoire « Opto-electromechanic » du NTU de Taipei (Taiwan) (PhD, Yu-Yin Chen, 2013, tel-00826008). (PhD, Ya-Shan Shih,). D'autre part, l'optimisation de matériaux caloriques dans des dispositifs pour la conversion d'énergie nous a amené à concevoir un interrupteur thermique actionné de façon électrostatique conçu pour mettre en œuvre des matériaux caloriques dans un micro-générateur pour la récupération de la chaleur fatale (micro-pompe de chaleur). Ce travail a été mené en collaboration avec le C2N dans le cadre d'un projet du labex Lasips.



c) La démarche expérimentale et le prototypage : cette démarche permet, principalement, d'atteindre deux objectifs scientifiques. Le premier, consiste en la mise en place de maquettes spécifiques pour mettre en évidence différents phénomènes physiques (mesure des courants parasites dans les machines électriques, mesures de performances électromécaniques avec une très forte saturation magnétique etc). Le second est de valider expérimentalement les nouveaux concepts de convertisseurs électromécaniques, mais également les dimensionnements optimaux qui ont été menés pour valider les stratégies d'optimisation mises en place. Ces différents essais permettent également d'identifier les

limites des approches de modélisation exploitées et d'apporter de nouvelles pistes de réflexion pour l'amélioration des méthodologies et des modèles physiques développés.

Plateformes impliquées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atelier de réalisation et de prototypage de 30m<sup>2</sup> et salle d'expérimentation pour tester les différents concepts et réalisation électromécaniques de 40m<sup>2</sup></li> <li>- Salle d'expérimentation de bancs associés à des ensembles machines-convertisseur de quelques kW disposant d'instrumentation et de moyens de prototypage des lois de commande adaptés.</li> <li>- Banc expérimental à base de pot vibrant et vibromètres pour des applications de récupération d'énergie piézoélectrique</li> </ul>
Projets collaboratifs en lien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FUI Elift3 : Projet pour l'hybridation du système de distribution des moteurs à essence.</li> <li>- ANR E-CEM,</li> <li>- ANR AAP TTD « e-MECA : electro-Mécanique Embarquée à Compacité Améliorée », durée 36 mois, projet déposé en 2011, et début effectif des travaux en septembre 2012, fin : 1er décembre 2015, budget 292 k€. Participants : Valeo, TEMPO, DynFluid, SKF, IFPen.</li> <li>- Projet CORAC-GENOME, Convention n° IA-2013-06-01. Période 2014-2019 en partenariat avec Thales et Airbus.</li> <li>- Vedecom, thèse de Noureddine Faltakh (en cours)</li> <li>- Projet AMI ESSENCYELLE (Moteur Essence injection directe hybride électrique abordable) financé dans le cadre APPEL à MANIFESTATIONS D'INTERET (AMI), Programme « Véhicules du Futur », Chaîne de traction et auxiliaires des véhicules à motorisation thermique, Edition 2011. Budget SATIE 276 k€.</li> <li>- Co-tutelles régulières NTU (Taipei, Taiwan)</li> </ul>
Collaborations industrielles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrat Jeumont Electric, "multiplicateurs magnétiques dans le grand éolien", 2015-2018,</li> <li>- CIFRE PSA, thèse de M. KOUA Malick CISSE (2017-2020)</li> <li>- Contrat S2M, paliers magnétiques autodétecteurs, octobre 2012-octobre 2015</li> <li>- Valeo, Jeumont Electric, 2015-2018</li> </ul>

### B.2.1.3 Axe "Contraintes d'usage des dispositifs de conversion d'énergie électrique"

#### B.2.1.3.1 Thème "Compatibilité électromagnétique des systèmes de puissance"

**Permanents impliqués** : F. Costa, D. Labrousse, S. Hlioui, B. Revol,

- *Les objectifs*

Les objectifs de la compatibilité électromagnétique en électronique de puissance s'inscrivent dans ceux des contraintes d'usage des systèmes dans lesquels se placeront ces structures de conversion. Au-delà du simple respect des contraintes normatives, les objectifs sont essentiellement tournés vers la compréhension et la modélisation des phénomènes électromagnétiques susceptibles de dégrader les performances électriques et la fiabilité des systèmes de conversion d'énergie électrique. Les domaines associés aux transports et plus particulièrement l'aéronautique ou encore l'automobile avec l'émergence de l'électromobilité imposent une maîtrise des interactions électromagnétiques d'autant plus importante que les densités de puissance des équipements embarqués n'ont cessé d'augmenter.

La maîtrise de la compatibilité électromagnétique est évidemment un enjeu fondamental sur le plan industriel. L'augmentation des performances en commutation des composants de puissance ainsi que cette densification des puissances des systèmes électriques qui favorisent les interactions électromagnétiques ne peuvent qu'inciter à renforcer les actions menées dans cette thématique.

- *La question scientifique centrale*

La problématique scientifique est liée à la prédiction et la caractérisation du comportement électromagnétique haute fréquence des systèmes électriques intégrant de l'électronique de puissance. Comment maîtriser et comprendre les interactions électromagnétiques complexes qui coexistent avec les grandeurs fonctionnelles ? L'objectif est tout autant de prédéterminer ces phénomènes en vue d'assurer une conception optimale que d'être capable de les caractériser et de les retranscrire pour des dispositifs existants. Pour cela, l'élaboration de modèles prédictifs et/ou descriptifs est indispensable que ce soit au niveau composant ou au niveau système en émission et susceptibilité. Le choix des architectures, des lois de commande, des composants, des éléments d'interconnexion et finalement des éléments de filtrage et de blindage forment un ensemble indissociable qui doit être élaboré sous contrainte électromagnétique. Bien que de nombreux travaux aient été réalisés dans ce domaine, la question qui nous est encore posée est « Comment assurer *in fine* la compatibilité électromagnétique au niveau système ? ». Proposer de nouvelles architectures de conversion moins agressives

électromagnétiquement, des cellules de filtrage innovantes ou encore de développer des équipements électriques (à l'instar des machines électriques du groupe SETE) dont le comportement hautes fréquences est parfaitement « maîtrisé », sont les problématiques pertinentes sur lesquelles nous travaillons.

- *Les questions scientifiques secondaires*

Les questions scientifiques sous-jacentes se transposent directement en verrous scientifiques que nous pouvons définir à différents niveaux.

Au niveau composant, il s'agit d'être capable :

- de décrire les phénomènes électromagnétiques intrinsèques aux composants de façon analytique ou à défaut numérique ;
- de décrire les couplages multiphysiques du premier ordre extrinsèques qui peuvent impacter le comportement électromagnétique d'un ou plusieurs composants ;
- d'augmenter la plage fréquentielle de validité des modèles induite par l'augmentation significative des fréquences de fonctionnement.

Au niveau architecture, les verrous principaux portent plutôt sur :

- le développement de modèles compatibles et chaînables ;
- la recherche de lois de conception permettant de réaliser des structures naturellement faibles en émissions électromagnétiques.

L'instrumentation et les dispositifs de test sont également des verrous à part entière :

- définir et élaborer les systèmes de mesure en émission et susceptibilité ;
- émuler des fonctionnements réalistes quelles que soient les puissances mises en jeu.

- *La démarche méthodologique*

La démarche méthodologique proposée est conventionnelle voire simple mais parfaitement adaptée. Elle s'appuie sur les trois actions suivantes :

**a) la modélisation** des structures de conversion bien que très développée nécessite encore quelques efforts de synthèse. Il apparaît maintenant nécessaire de classifier les familles de ces modèles. Pour certains, la mise en équation avec son lot d'hypothèses reste inévitable alors que pour d'autres, il s'agit surtout de protocoles de mesure. On parle alors de modèle de type boîte blanche, exhaustif ou de connaissance ou a contrario de modèle de type boîte noire ou comportemental. Dit autrement, les paramètres de ces modèles peuvent être extraits soit par des approches purement analytiques, soit par des simulations numériques ou directement par des mesures spécifiques.

**b) la simulation** permet de prédéterminer ou de vérifier le comportement électromagnétique des structures et composants. Les approches peuvent être fréquentielles et/ou temporelles selon les objectifs. On privilégiera des simulations temporelles pour une description fine des phénomènes en intégrant par exemple des effets non linéaires. Les simulations fréquentielles quant à elles permettent des calculs rapides avec la possibilité de faire dépendre certains paramètres de la fréquence. Elles sont naturellement plus intéressantes pour réaliser des phases d'optimisation et de dimensionnement.

**c) l'expérimentation** dédiée à la CEM se décompose selon deux axes. Le premier s'inspire des essais normatifs et vise à caractériser le pouvoir émissif d'une structure développée. Les conditions de test font appel à des équipements standards ou éventuellement modifiés pour mesurer certaines grandeurs locales ou indirectes. Le second axe relève plutôt de la caractérisation et de l'identification de paramètres. Des équipements et des protocoles spécifiquement élaborés et conçus sont nécessaires.

Cette démarche appliquée à la CEM forme un système bouclé et les actions précédentes sont naturellement couplées (Fig. 1).

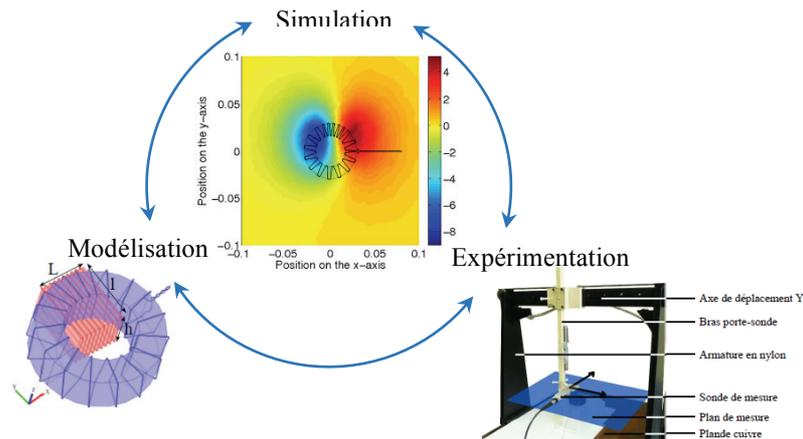


Fig. 1 Illustration de la méthodologie

Plateformes impliquées	<p>Electronique de puissance-Site ENS Paris-Saclay</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plateforme de caractérisation CEM conduite – Groupe EPI / Cachan</li> <li>- Banc de cartographie en champs proches – Groupe EPI / Cachan</li> <li>- Equipement de métrologie et de caractérisation (VNA, Analyseur d'impédance, Récepteur CEM...)</li> </ul>
Projets collaboratifs en lien	<p>ANR VTT ECEM « Compatibilité ElectroMagnétique des systèmes d'Energie »,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux de thèse de Mr N. Boucenna et M<sup>lle</sup> G. Frantz ;</li> </ul> <p>FUI SEISME « Simulation de l'Emission et de l'Immunité des Systèmes et des Modules Electroniques » du Pôle Aerospace Valley AESE DAS Systèmes embarqués, mai 2011-2014. Etude de la CEM des composants grand GAP en collaboration avec Continental et EADS IW.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux de thèse de Mr M. Meyer ;</li> </ul> <p>PIA MeGaN « Modules électroniques de puissance pour les véhicules électriques »</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux de thèse de Mr. Xiaoshan Liu.</li> </ul>
Collaborations industrielles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrat d'accompagnement d'étude post-doctorale de Slim Hrigua avec le groupe propulsion électrique de RENAULT. L'étude associée porte sur l'analyse et la modélisation CEM d'un véhicule hybride, 2015-2016.</li> <li>- Contrat d'accompagnement de thèse de Christelle Saber avec le groupe propulsion électrique de RENAULT. L'étude associée porte sur l'analyse et la modélisation CEM d'un véhicule hybride, 2014-2017.</li> <li>- Post-Doc Nidhal Boucenna, financement SAGEM, TECHNOFAN, HISPANO-SUIZA</li> </ul>

#### B.2.1.3.2 Thème "Viellissement et durée de vie des composants de puissance"

**Permanents impliqués :** D. Candusso, A. De Bernardinis, L. Dupont, Z. Khatir, A. Ibrahim, R. Lallemand, J. Kauv, J.P Ousten, M. Berkani, S. Lefebvre, B. Multon, A. Ben-Hamed.

##### • Les objectifs

Les objectifs sont essentiellement autour de la prédiction de durée de vie des dispositifs électroniques de puissance et de conversion d'énergie. Les dispositifs concernés sont principalement les composants de puissance à semi-conducteurs (Si, SiC et GaN), les piles à combustibles et les super-condensateurs et les systèmes de conversion d'énergie pour la production ENR et actionneurs. Les objectifs sont donc focalisés sur la compréhension des comportements, vis-à-vis des contraintes d'usage, de ces composants et des nouvelles technologies dans les domaines des transports, de la production ENR et stationnaires. Les profils de contraintes que subissent les dispositifs étudiés les emmènent à des vieillissements et des dégradations pour lesquels à la fois les mécanismes et leurs effets sont étudiés. Il s'agit bien entendu de contraintes de natures électriques, mais également thermiques et mécaniques avec les différents couplages qui en découlent.

##### • Les enjeux

Il s'agit de la fiabilité et la durabilité des systèmes électriques embarqués ou stationnaires à travers une maintenance prédictive. Dès lors, la problématique est celle du vieillissement et des processus de dégradation de ces composants et systèmes et du besoin de l'estimation de leur état de santé et de la prédiction de leur durée de vie restante.

Les modèles qui en résultent sont intégrés à la fois dans le dimensionnement optimisé des systèmes électriques sur cycle de vie mais aussi dans l'élaboration de lois de gestion/contrôle adaptées.

- *La question scientifique centrale*

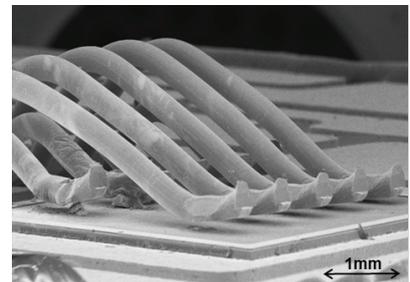
La question centrale sous-tendue est : comment prédire la durée de vie de composants et systèmes électriques en conditions d'usage ?

- *Les questions scientifiques secondaires*

Les questions traitées sont : *i)* quels sont les mécanismes physiques de dégradations ? *ii)* Quels sont les facteurs d'influence sur ces mécanismes et leurs interactions mutuelles en situation d'usage ? *iii)* Comment modéliser ces mécanismes et in-fine les traduire dans le comportement physique des dispositifs ? Cette dernière question peut être reformulée en d'autres termes : comment mettre en évidence les liens (non triviaux) entre les dégradations observées et les modes de défaillances des composants dans des conditions de fonctionnement représentatifs. *iiii)* Comment appliquer des modèles de durée de vie de composants à l'échelle d'un système de conversion d'énergie électrique, valider ces prédictions et intégrer la durée de vie requise dans le dimensionnement de ces systèmes et leur contrôle optimisé en temps réel.

Pour répondre à ces questions, un certain nombre de **verrous scientifiques** doivent être levés tels que :

- la détermination des lois de cumul d'endommagement et les interactions entre différents types de stress ;
- l'établissement du couplage de modèles multi-physiques et ceux d'endommagement ;
- l'établissement des lois d'extrapolation entre vieillissement accéléré en laboratoire et vieillissement sur le terrain sous profils de stress d'usage (multiples et complexes) ;
- l'exploitation de modèles de durée de vie de composants pour l'élaboration de modèles de systèmes de conversion.



- *La démarche méthodologique*

Elle s'appuie sur 3 volets complémentaires.

**a) L'expérimentation** avec les essais de vieillissement et/ou de robustesse, utilisés pour simuler expérimentalement les conditions d'environnement et/ou d'utilisation des composants. Leurs buts étant de reproduire expérimentalement les dégradations et de révéler les modes de défaillances de manière aussi représentative que possible de l'application. Les effets de cyclages actifs et passifs (TEMA), et ceux de répétitions de régimes de courts-circuits et d'avalanches (EPI) sont particulièrement étudiés sur le vieillissement des performances des composants semi-conducteurs. Ceux de cycles et/ou situation d'usages contraignants pour la pile à combustible (TEMA) sont étudiés sur le site de Belfort à FCLAB.

**b) L'analyse de la défaillance** qui permet, à travers un travail d'observation et d'analyse des dégradations et des endommagements des matériaux, mais également d'analyses spectrales, de mettre en lumière des phénomènes physico-chimiques éventuels. Ces travaux, couplés à des caractérisations spécifiques (électriques, thermiques voire mécaniques), permettent d'apporter des éléments de compréhension sur les mécanismes de "vieillessement des matériaux" et leurs dégradations structurales. Ces travaux s'effectuent en partie sur site (TEMA) ou à travers des collaborations avec des laboratoires spécialisés dans l'analyse des défaillances (GPM, CEMES).

**c) Les modélisations**, de différentes natures. Des modèles multi-physiques couplés (électrique, thermique, mécanique) et multi-échelles sont mis en œuvre à l'échelle du composant à l'aide d'outils éléments finis et à l'échelle du système à l'aide d'outils. Ces modèles permettent à l'échelle du composant d'estimer les contraintes physiques que subissent les composants et doivent permettre d'expliquer les dégradations observées et d'éclairer les mécanismes de vieillissement mis en jeu. Des modèles analytiques ou numériques développés en interne sont également utilisés à chaque fois que cela est possible ou nécessaire (par exemple lorsque certains mécanismes physiques doivent être pris en compte). Ces modèles ou ceux de la littérature sont ensuite adaptés et utilisés au niveau de systèmes complets de conversion d'énergie électrique. Ils intègrent a minima un couplage électrothermique au niveau des composants élémentaires, les lois

de commande et les contraintes d'usage ou profils de mission contraignant les composants élémentaires et le système global.

Plateformes impliquées	- Plateforme de vieillissement des composants - Plateforme pile à combustible de l'UTBM à Belfort (FCLAB) - Banc d'émulation de la chaîne électrique d'un houlogénérateur
Projets collaboratifs en lien	- 6 ANR (QUALIPHE, FIDEA, Diamond-HVDC, Memphis, Diapason2, Supercal) - 2 ADEME (RennesGrid, MoveoTreve) - 2 FUI (HYBRELEC, VIVE) - 1 PSPC (MEGAN)
Collaborations industrielles	Thales, Schneider Electric, Mitsubishi Electric, Alstom, Safran, Renault, Valeo,

#### Références :

Thèses en lien (25)	D.X. Linh, P. Haessig, T. Kovaltchouk, R.L. Latimier, J.B. Rouchosse, J.P. Ousten, B. Thollin, J. Moussodji, N. Noguier, S.H. Tran, M. Ouhab, F. Zaki, M. El-Harizi, R. Yahyaoui, N. Dornic, I. Ka, M. Ayadi, S. Ould-Mohammad, T.A. Nguyen, G. Belkacem, C. Robert, D. Othman, C. Cheng, R. Ruffilli, M. Landel
---------------------	--

### B.2.1.4 Les ressources humaines et scientifiques du pôle CS2E

#### B.2.1.4.1 Les Ressources humaines et scientifiques

Elles sont constituées par les groupes qui concentrent des compétences spécialisées ainsi que par les plateformes, les équipements scientifiques, et les outils numériques dont certains sont mutualisés dans tous les groupes.

- **Electronique de Puissance et Intégration (EPI) :**

**Mots clés :** Intégration de puissance, structures de conversion, filtrage, CEM, modélisation électromagnétique, modélisation électrothermique, composants à semi-conducteur de puissance, robustesse, durée de vie, piézoélectricité, récupération d'énergie, Hardware In the Loop (HIL).

**Spécificité nationale :** la spécificité du groupe à l'échelle nationale tient à la fois à l'originalité forte de certaines de ses thématiques (électronique de faible puissance pour la récupération d'énergie, intégration en électronique de puissance, modèles CEM conduits et rayonnés de convertisseurs électronique de puissance, modèles HIL, robustesse des composants à semi-conducteurs) et à la prise en compte de contraintes CEM et de durée de vie dans la conception de dispositifs de conversion.

Les activités de ce groupe concernent la conception et la modélisation de convertisseurs statiques à forte densité de puissance en prenant en considération leurs contraintes d'usage et d'insertion dans un environnement électrique donné. Les champs scientifiques couvrent l'étude de nouvelles structures de convertisseurs bien adaptées à la montée en fréquence et à leur intégrabilité, l'étude de convertisseurs basés sur l'usage de matériaux piézoélectrique, l'étude de la robustesse des composants de puissance en particulier les nouveaux composants à grand gap, l'étude de la compatibilité électromagnétique dans le domaine de la conversion statique.

- **Matériaux Magnétiques pour l'Energie (MME) :**

**Mots clés :** Élaboration, caractérisation structurale et physique, modélisation des matériaux magnétiques et des pertes, instrumentation associée, matériaux magnétiques doux pour l'électronique de puissance et l'électrotechnique, aimants sans terres rares, matériaux magnéto-caloriques, multiferroïques et effets couplés.

**Spécificité nationale :** Travail ancré dans le génie électrique et ouvert sur plusieurs disciplines scientifiques : physique du solide, chimie inorganique, métallurgie, mathématiques. Nos travaux se situent donc aux frontières de plusieurs disciplines et communautés où l'ingénieur ne se contente pas d'étudier les propriétés des matériaux fabriqués par les chimistes, mais devient véritablement acteur de l'élaboration du matériau.

La vocation de ce groupe est l'élaboration et la caractérisation structurale des matériaux magnétiques du génie électrique utilisés entre autres par les autres groupes de SATIE. Son champ scientifique couvre la modélisation des matériaux et de leurs pertes ainsi que l'instrumentation associée. La diversité des matériaux étudiés s'étend des ferrites doux aux matériaux laminés, aux aimants sans terre rares, aux matériaux multi-ferroïques et magnéto-caloriques.

- **Systèmes d'énergie pour les transports et l'Environnement (SETE) :**

**Mots clés :** Machines électriques, modélisation, dimensionnement et optimisation de systèmes électriques, méthodologies de conception et d'éco-conception, gestion d'énergie, intégration de lois de vieillissements, stockage d'énergie électrique, systèmes de récupération d'énergies renouvelables, contrôle/commande et architectures matérielles dédiées.

**Spécificité nationale :** L'originalité de ce groupe réside dans ses activités de conception de nouveaux transducteurs électromagnétiques, dans l'élaboration de méthodologies de gestion et de dimensionnement des systèmes électriques tenant compte du cycle de vie des sous-systèmes, notamment de leur vieillissement et de leurs impacts environnementaux et enfin, concernant la maîtrise des systèmes électrique.

Les activités de ce groupe se développent dans les domaines des convertisseurs électromécaniques non-conventionnels, de la gestion et de l'optimisation des sources d'énergie renouvelable, ainsi que du contrôle/commande des systèmes électriques complexes. Les champs scientifiques associés intègrent les outils de modélisation pour la conception et l'optimisation.

- **Technologies pour une électromobilité avancée (TEMA) :**

**Mots clés :** dispositifs semi-conducteurs de puissance, pile à combustible, stockage d'énergie électrique, modélisation multi-physiques et multi-échelles, méthodologie de vieillissement, modélisation de durée de vie, caractérisations de comportements électrothermiques, diagnostic état de santé composants semi-conducteurs.

**Spécificité nationale :** le groupe développe des activités uniques et pertinentes au niveau national en termes d'investigations dans la durée de vie de composants en électronique de forte puissance. Les travaux du groupe sont adossés à une plateforme expérimentale originale et de référence avec des approches méthodologiques, à la fois expérimentales et de modélisations, du vieillissement et de la durée de vie qui constituent sa reconnaissance et sa visibilité nationale et internationale.

Le groupe développe une activité étroitement liée aux composants et systèmes gérant l'énergie électrique dans les transports désignés sous le terme d'électromobilité. Son champ d'expertise concerne le vieillissement des composants de puissance tels les modules semi-conducteurs ou les super-condensateurs, la physique de défaillance des semi-conducteurs, la pile à combustible.

#### **B.2.1.4.2 Les ressources matérielles : plates-formes et équipements spécifiques**

Pour mener à bien ses travaux scientifiques, le pôle CSEE dispose de plates-formes et d'équipements spécialisées, utilisées selon le besoin par les différents groupes. Certains équipements ont déjà été évoqués plus haut, une description des équipements plus spécifiques est détaillée ci-dessous :

- **Plate-forme intégration de puissance**, elle permet l'intégration dans du PCB de matériaux magnétiques et de puces de puissance ainsi que la caractérisation physique et électrique des assemblages réalisés.
- **Plate-forme CEM** comprenant un récepteur de mesure 20Hz à 26 GHz, un analyseur de spectre  $\zeta$  kHz-3 GHz, un VNA 9 kHz-3 GHz, un analyseur d'impédance 30 Hz- 3 GHz, un banc de mesures en champ proche et lorsque le laboratoire sera implanté à Saclay une chambre anéchoïque de 25 m<sup>2</sup>.
- **Plateforme de vieillissement des composants**, constituée des équipements de :
  - *Vieillessement sous contraintes électro-thermo-mécanique* : bancs de cyclages actifs en mode DC et en mode MLI, enceintes de cyclage thermique d'environnement (passifs)
  - *Caractérisations* : banc de caractérisation électrothermique, banc caméra IR, banc de caractérisation double-pulse forte puissance, Traceur de caractéristiques forte puissance (B1505), Analyseur d'impédances thermiques (T3STER), Spectromètres d'impédance électrochimique.

- *Analyse* : Microscopie acoustique (SAM), profilomètre optique, moyens de micro-sections et de polissage métallographique, moyens d'observations et de microscopie optique, mini-MEB
- **Contribution au développement des moyens d'essais de la plateforme pile à combustible de l'UTBM à Belfort dans le cadre de la FR FCLAB** (bancs de caractérisation de piles pour applications transports et stationnaires).
- **Plateforme de caractérisation magnétique comprenant :**
  - un magnétomètre à échantillon vibrant 1,5-2 T avec cryo-four 77-950 K,
  - un perméamètre à bande unique, DC-10 kHz avec mesure de champ vraie jusqu'à 100 kA/m avec système de contrôle de forme d'onde itératif,
  - un perméamètre à bande unique bidirectionnel pour mesure en champ alternatif vectoriel ou tournant avec système de contrôle de forme d'onde et de direction itératif,
  - deux dispositifs normalisés type cadre Epstein, basse (DC-400 Hz) et haute fréquence (10 kHz);
  - un banc de caractérisation magnétique pour échantillons toriques 30 Hz-10 MHz pouvant opérer jusqu'à 600°C,
  - un banc de mesure des pertes magnétiques par méthode thermique sous vide,
  - deux bancs de caractérisation en champ tournant conçus et réalisés à Cachan et installés à Turin dans le cadre du partenariat avec l'INRIM et le Politecnico di Torino.

## B.2.2 Données chiffrées

### B.2.2.1 Les personnels du pôle CSEE

#### B.2.2.1.1 Les personnels permanents

La répartition des chercheurs et enseignants chercheurs du pôle est donnée dans le tableau ci-après en fonction des années. Dans la suite, on ramènera les divers indicateurs à l'équivalent chercheur temps plein<sup>5</sup> (CTP). Par ailleurs, on cumule sur la période les CTP de façon à faire apparaître un nombre total de CTP.an qui est utilisé pour calculer les ratios des différents indicateurs de la période rapportés au CTP et à l'année.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne Période
<b>CTP</b>	19,5	20	20	21	21,5	21	<b>20,5</b>
<b>Tot. Pers.</b>	31	32	32	34	35	34	<b>33</b>
<b>CR</b>	8	8	8	8	8	8	<b>8</b>
<b>EC+PRAG</b>	23	24	24	26	27	26	<b>24,7</b>

Tableau 6 : Personnel permanent du pôle CSEE par catégorie

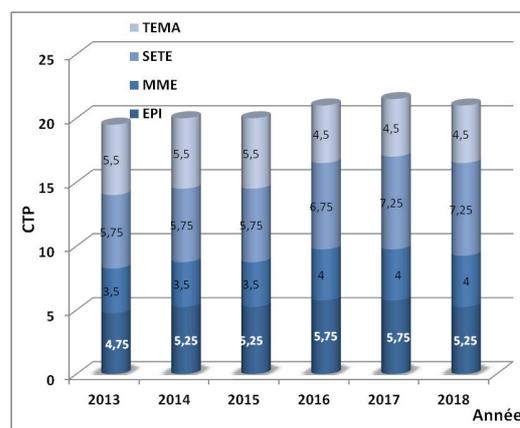


Figure 4 : Effectif par groupe du personnel permanent du pôle CSEE (équivalent temps plein)

Le tableau ci-dessus met en évidence que le pôle CSEE est majoritairement pourvu en **enseignants-chercheurs (EC) soit 74 % des effectifs**. Les nombres d'EC et de chercheurs évoluent légèrement sur la période. La proportion des PU+MCF HDR en 2018 est de 12/35 soit 34,3%. Le nombre de chercheurs permanents est passé de 8 à 9 : nous avons réussi en 2016 le recrutement d'une nouvelle CR CNRS (Anne Blavette) dont les activités concernent le groupe SETE.

Cette évolution du nombre des CTP traduit les efforts faits pour accroître cette catégorie de chercheurs dans le pôle, ils restent à les poursuivre.

La diversité de localisation des personnels du pôle CSEE représente une particularité pour le fonctionnement de certains groupes, hormis MME et TEMA composés respectivement de CR CNRS, d'EC de l'ENS P-S et de DR/CR de l'IFFSTAR. Ainsi, les autres groupes sont composés d'EC issus d'autres établissements, ils sont distribués en termes d'activités de recherche entre plusieurs sites (ENS Paris-Saclay, ENS Rennes, UCP). Cette situation a toujours été

<sup>5</sup> On considèrera qu'un enseignant-chercheur correspond à 0,5 CTP.

correctement gérée lors des précédents quinquennaux et un mode de fonctionnement satisfaisant a pu être trouvé en spécialisant les sites par des équipements et des compétences dominantes.

Le personnel technique est une catégorie de personnel indispensable à une recherche efficace (maintenance des équipements, appui aux expérimentations, capitalisation). Si certains sites du pôle sont normalement dotés en IATOS (TEMA à Satory), CSEE est globalement sous-doté : les 35 chercheurs ayant quasiment tous des activités expérimentales. On peut noter l'arrivée d'un technicien CNRS sur le site de Cachan en juin 2016 et celle d'un IR sur le site du Cnam en 2017. Dans un contexte national de restriction budgétaire, il nous faudra trouver des solutions de renforcement de ces moyens. Outre l'intégration des coûts salariaux de CDD dans les demandes de financement, nous mutualisons les ressources humaines du département EEA de l'ENS Cachan et du Cnam : un technicien du département EEA est affecté à 50 % au laboratoire et un 1 IR du Cnam à 40%.

La pyramide des âges des personnels chercheurs du pôle CSEE est relativement jeune : plus de la moitié des non HDR ont moins de 40 ans. 10 chercheurs HDR du pôle (sur les 13) sont rattachés à l'école doctorale de l'ENS Paris Saclay (EOBE). On notera que 4 HDR ont été soutenues sur la période, ce qui accroît nos possibilités de direction et d'encadrement de thèse et plus globalement nos capacités à développer des projets de recherche.

Malgré un contexte général de rationalisation des moyens d'enseignement et de recherche, le CNAM et le CNRS ont continué sur la période à soutenir le pôle par l'affectation de 1 poste de MCF (Mickaël Petit 2014) d'un IR (T.H. Nguyen 2017), de 1 CR (Anne Blavette 2016) et de 1 technicien (David Polizzi 2016).

### B.2.2.1.2 Les personnels non permanents

Les doctorants et post-doctorants constituent les personnels non permanents du laboratoire. Le tableau ci-après indique l'évolution de leur nombre et des thèses soutenues sur la période. On peut remarquer que **chaque chercheur** (toutes catégories confondues) **encadre 1,3 doctorant en moyenne annuelle**. Le flux de thèses soutenues correspond approximativement à **1 thèse soutenue par an et par HDR**. Ce chiffre traduit un bon dynamisme pour trouver les financements mais aussi la bonne attractivité du laboratoire. Notons que les thèses en partenariat avec un laboratoire extérieur et en cotutelle représentent environ 20% des thèses en cours en moyenne sur la période. Ces chiffres montrent la culture de partenariat du pôle CSEE aux niveaux national et international.

Thèses /HDR	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Thèses en cours</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>39</b>	<b>36</b>
dont thèses ED des tutelles	37	36	32	34	31	28
dont thèses en cotutelle	3	5	2	1	1	1
dont thèses codirigées avec un labo extérieur	6	6	7	8	7	7
<b>Thèses soutenues</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>7</b>

Tableau 7 : Nombre de thèses en cours et soutenues par année

La durée médiane des thèses s'élève à 40,5 mois soit 3 ans 4 mois, quelques-unes durant plus longtemps (enseignants du secondaire en poste, congé maladie ou grossesse). Enfin, 2 thèses n'ont pas été soutenues pour des raisons très spécifiques.

Source de financement	2013	2014	2015	2016	2017	2018	moyenne période
<b>Contrats doctoraux</b>	13	13	11	12	13	13	<b>13</b>
<b>Contrats collaboratifs publics</b>	20	23	23	17	15	10	<b>18</b>
<b>Contrats collaboratifs privés</b>	12	12	10	11	12	9	<b>11</b>
<b>Bourses organismes publics (DGA, CNRS, INRIA, CEA ...)</b>	1	2	2	2	2	4	<b>2</b>
<b>Bourses organismes destinées aux doctorants étrangers</b>	11	10	11	11	8	7	<b>10</b>
<b>Total inscrits</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	<b>43</b>	<b>53</b>

Tableau 8 : Nombre de thèses par catégorie et par année

Le graphique ci-après présente les modes de financement des thèses. On observe en considérant les chiffres moyens sur la période que les financements des contrats doctoraux sur projet (ANR, FUI, etc...) constituent environ 34% du total, suivis par les financements publics (MESR) à 24%, suivi par les financements CIFRE (15%). Cet ensemble constitue donc plus de 70% de nos financements. Les 30% restants se répartissent sur des modalités plus occasionnelles (organismes publics, étranger, EGIDE, ..). On peut noter la part décroissante des financements sur projets, liée à la

raréfaction des appels à projets FUI et à la difficulté à obtenir des financements par l'ANR. Cette évolution expliquant également la baisse constatée dans le recrutement de doctorants ces deux dernières années.

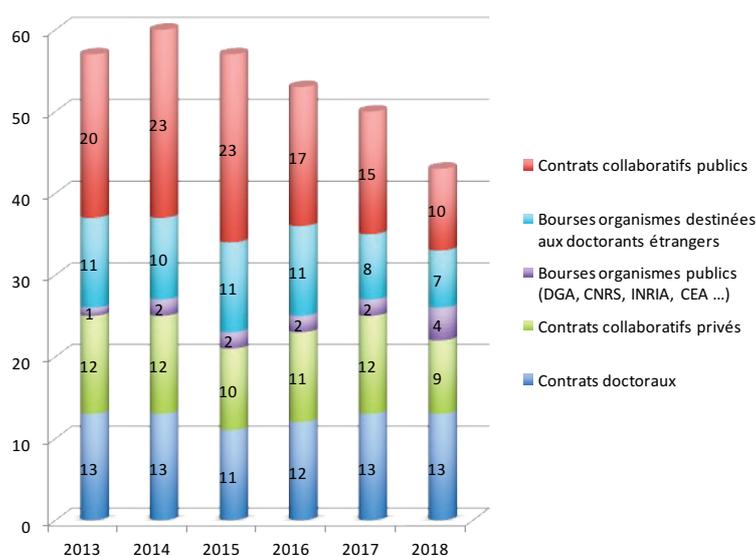


Figure 5 : Modes de financements des doctorants

Le devenir des doctorants sur la période a été arrêté en considérant la situation professionnelle des docteurs en 2018. Le premier constat est que 100% des doctorants formés ont un emploi et que pour environ 80% d'entre eux, cet emploi est stable. On observe que 43% de nos doctorants sont accueillis par des entreprises, 20% deviennent enseignants du secondaire ou du supérieur, que 22% sont en post-doctorat, enfin que 14% trouvent un emploi (public et privé confondus) dans leur pays d'origine (catégorie « autre »). Notre pourcentage de doctorants qui deviennent chercheurs à temps plein est très faible, ce qui est à corréliser d'une part avec les thématiques de recherche tournées vers les entreprises de secteurs attractifs (transports, énergies renouvelables), la « coloration » dominante en enseignants-chercheurs du laboratoire, mais également avec les fortes exigences de recrutement de chercheur à temps plein : rareté des postes, fort investissement de préparation des concours eu égard aux autres opportunités. La parité des genres est déséquilibrée : les thématiques de l'énergie électrique semblent peu attractives pour les femmes. Une réflexion et des actions à ce sujet sont à conduire beaucoup plus en amont ; rappelons cependant que le pourcentage de femmes dans les écoles d'ingénieurs du secteur de l'industrie fluctue entre 15 et 20%, il en va sensiblement de même de la parité des enseignants-chercheurs de la 63<sup>ème</sup> section du CNU. Notre chiffre est donc cohérent quoique (trop) faible.

Devenir des doctorants	%
chercheurs temps plein	2%
enseignants chercheurs	12%
ingénieurs	43%
PRAG/enseignants du secondaire	8%
post-doctorants	22%
autre	14%
<b>Parité</b>	
Femmes	28%
Hommes	72%

Tableau 9 : Devenir des doctorants et parité Femmes/Hommes

Nous accueillons régulièrement des chercheurs à temps plein (post-doctorants) ou partiel (ATER) comme indiqué dans le tableau suivant. Par ailleurs nous avons accueilli un total de 16 chercheurs invités étrangers sur toute la période.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	total
Post-Doctorants / ATER	4	3	6	1	0	0	14

Tableau 10 : nombre d'ATER/post-doctorants

Pour clore ce bilan concernant les personnels non-permanents, précisons que nous accueillons en moyenne une dizaine de stagiaires de Master recherche/an, essentiellement venant des master IST PIE.

### B.2.2.2 Production scientifique

Le tableau 8 présente la production scientifique du pôle CSEE sur la période. On pourra noter une production équilibrée et de haut niveau entre les revues à comité de lecture<sup>6</sup> et les conférences à comité de lecture (internationales et nationales regroupées), mais aussi une contribution significative dans la diffusion des connaissances (ouvrages, vulgarisation, etc.), preuve du souci de large diffusion des connaissances récentes. Globalement, le ratio production/chercheur équivalent temps plein est en moyenne annuelle de 4,6 documents.

Productions scientifiques	2013	2014	2015	2016	2017	2018	bilan période	ratio/C TP/an
Reuves à comité de lecture (nationales et internationales)	59	38	37	47	44	10	235	2,2
Communications dans les colloques internationaux et nationaux avec actes et comité de lecture	55	79	49	77	45	15	320	3,0
Ouvrages, contributions ou chapitres d'ouvrage	4	2	0	0	3	0	9	0,1
Autres publications (y compris vulgarisation et diffusion du savoir)	1	0	2	1	2	0	6	0,0
<b>Total général</b>	<b>119</b>	<b>119</b>	<b>88</b>	<b>125</b>	<b>94</b>	<b>25</b>	<b>570</b>	<b>4,6</b>

Tableau 11 : Production scientifique<sup>7</sup>

La qualité de la production scientifique peut être évaluée par le fait qu'environ 40% de nos articles sont publiés dans des revues IEEE et qu'environ 25% le sont dans des revues liées à la physique et aux matériaux (JMMM, *Journal of Applied Physics*, *Applied Physics*, etc..).

La production de brevets du pôle CSEE a évolué à la baisse par rapport au précédent quadriennal. Le choix a été fait de limiter les dépôts à ceux réellement stratégiques. Le mode de financement prépondérant via des programmes participatifs a également limité le partenariat bilatéral direct avec les entreprises et donc le dépôt de brevets.

Brevets	Total
Brevets français déposés	8
Demandes d'extensions de brevets	4

Tableau 12 : Brevets

### B.2.2.3 Interactions avec l'environnement social, économique et culturel

Les indicateurs financiers sont présentés sur les graphiques ci-après par type de financement et hors salaires. Sur le quadriennal, l'ensemble des financements acquis hors subventions des tutelles se monte à 9,6 M€, soit 1,6 M€/an en moyenne. On observe un financement annuel passant par un maximum en début de période. Le budget sur le quinquennal est essentiellement abondé par les ANR (32%) puis par le PIA (36%) et enfin par les contrats industriels directs (15%). On notera que le financement par le FUI (6%) a considérablement diminué par rapport à la période précédente ; ce type de financement ayant été fortement réduit par l'état. Les financements européens restent faibles (5%), ce qui s'explique d'une part par le manque de moyens logistiques pour les suivre, d'autre part par l'investissement fort du pôle dans les programmes ANR /PIA notamment dans les secteurs des transports. Ceci est aussi la conséquence des partenariats traditionnels et antérieurs aux projets sur programme avec les industriels de l'aéronautique, du ferroviaire et de l'automobile. Ces faiblesses logistiques et la prédominance des EC de diverses tutelles dans le personnel de CSEE restreignent aussi la capacité des chercheurs du pôle à piloter des programmes internationaux.

<sup>6</sup> Les revues internationales en question ont un « impact factor » supérieur ou égal à 0,6.

<sup>7</sup> Les données sont incomplètes pour l'année 2018, la collecte est arrêtée au 01/06.

Le financement par CTP se monte à environ 76 k€/an sur la période. Ces moyens ont permis le financement d'un nombre important de thèses mais aussi d'équipements onéreux (traceur de caractéristiques, VNA, analyseur de spectre, moyens d'analyse physico-chimique, etc.).

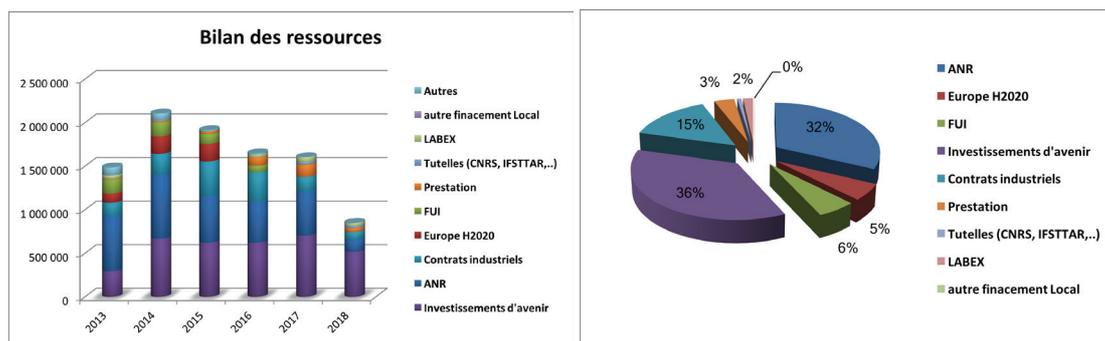


Figure 6 : Financements du pôle

L'interaction avec l'environnement sociétal et culturel peut être observée par la diffusion de connaissances qui constitue une culture forte du pôle CSEE. En effet, le tableau 6 montre que celle-ci se monte à 17% de la production totale sur la période de référence, ce qui est assez significatif.

### B.3 Sélection des produits et activités de recherche

Voir annexe 4

### B.4 Faits marquants du pôle

- ANR Qualiphe, évaluation exceptionnelle de l'ANR : " ...travail scientifique unique au monde (SIC)..."
- Structuration du Symposium en Génie Electrique 2014 après fusion des 3 conférences nationales Electronique de puissance du futur, Electrotechnique du futur et Matériaux pour le Génie électrique,
- Création de la conférence franco-maghrébine CISTEM 2014, cette conférence a lieu tous les 2 ans et se déplace dans les différents pays du Maghreb.
- Dragon Gate : le laboratoire a reçu ce label très sélectif du ministry of science and technology de Taiwan pour l'accueil prioritaire de chercheur et d'actions scientifiques financées conjointes (accueil de doctorants, de chercheurs),
- Openlab PSA@PSA : proposition de thèmes de recherche avancés en partenariat avec le groupe PSA et financement de thèses,
- Partenariat structurant MITSUBICHI Electric depuis 2015 : proposition de thèmes de recherche avancés et financement de thèses.
- Implication forte dans la genèse scientifique et organisationnelle de 3DPHI, mise à disposition durant 9 mois d'un chercheur de SATIE détaché à Toulouse : Mickaël Petit.
- Muriel Tyrman lauréate du prix l'Oréal en 2017 et 3 Prix du meilleur papier 2015, 2016, 2017

## Partie C Bilan du pôle SIAME (équipe E2)

### C.1 Présentation du pôle et organisation scientifique

#### C.1.1 Politique scientifique du pôle

##### C.1.1.1 Objectif scientifique de SIAME

Le pôle *Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-Environnements (SIAME)* vise à développer des systèmes instrumentaux complexes et autonomes utilisant les nouvelles technologies numériques et l'intelligence artificielle : du capteur aux services. Il répond aux exigences sociétales de plus en plus prégnantes de bien-être, de sécurité, et de mobilités, et ce en particulier dans des domaines tels que la santé, l'assistance aux personnes, l'environnement, la préservation des biens, l'électromobilité. Les innovations dans ces domaines impliquent de développer conjointement de nouveaux matériaux, outils, méthodes et concepts pour maîtriser les interactions entre les systèmes instrumentaux conçus, les milieux environnants analysés (traitements de pathologies pour la santé, prévention / conservation du patrimoine, ...) et les humains. Elles impliquent dans le même temps de maîtriser les aptitudes de diagnostic et de contrôle (intégrant les moyens de perception, de caractérisation des interactions, et la capacité de modélisation et d'analyse).

Grâce aux nouvelles technologies numériques, cette approche systémique ne peut être disruptive que si elle intègre et impacte les nouveaux usages. Les systèmes instrumentaux innovants doivent de ce fait avoir la capacité de traiter de manière autonome des informations multiples pour effectuer une action appropriée et seconder l'humain ou même suppléer son action. Outre la dimension énergétique étudiée dans le pôle CSEE, ces nouveaux instruments et systèmes d'analyses intègrent ainsi de plus en plus une dimension d'autonomie de décision, d'action, de communication, voire de mouvement en environnement hétérogène incluant l'humain.

L'approche méthodologique originale du pôle SIAME s'appuie sur la mise en synergie de champs de compétences fondamentaux de deux axes scientifiques fédérateurs :

- Axe 1 : *Mobilités du futur : Systèmes, Autonomies et Usages* dans une approche transversale de la chaîne complète (impliquant une adéquation systèmes – modèles – algorithmes – architectures – usages) et incluant des capacités de *communication* avec un environnement de plus en plus connecté et interconnecté.
- Axe 2 : *Systèmes innovants de caractérisation* multi-échelles et multimodaux des milieux et environnements complexes, intégrant la chaîne complète du capteur à la prise de décision en passant par le conditionnement et le traitement de signal associé.

Les innovations visées ont un impact sur l'ensemble des secteurs de l'économie (santé-bien-être, environnement et sécurité, patrimoine culturel et éducation, transports, et tous les secteurs où les systèmes robotisés pourront apporter une plus-value). D'un point de vue scientifique, ces axes relèvent des travaux d'investigation majeurs suivants :

- *L'adéquation algorithmes-architectures* pour la conception de systèmes, appliqués à l'étude de la mobilité, en prenant en compte l'humain dans la boucle et les nouveaux *usages*.
- Les systèmes de *perception de l'environnement* dédiés à l'imagerie, à la tomographie, à la radio-astronomie, à la navigation *indoor* et *outdoor*.
- Les méthodologies, concepts théoriques et outils numériques pour *l'analyse des données multiparamétriques* issues d'évènements ou de processus complexes ou d'images.
- La mise au point de nouvelles générations de *capteurs, biocapteurs, bio-puces et bio-microsystèmes* pour l'optimisation et l'étude de nouveaux matériaux, pour la manipulation de microorganismes et cellules, et pour le diagnostic et l'objectivation ;
- Les systèmes instrumentaux de détection et de caractérisation multi-capteurs et multi-physiques - *CND multimodal* - dont l'optimisation permet d'augmenter la sensibilité et les résolutions spatiale et temporelle à différentes échelles (du moléculaire au macroscopique) ;

##### C.1.1.2 Deux axes scientifiques fédérateurs comme moteur d'innovations transverses

###### C.1.1.2.1 Mobilités du futur : systèmes, autonomie et usages

Parmi les domaines transversaux nécessitant simultanément des moyens de détection, de perception de l'environnement et d'intelligence embarquée fiable et sécurisée (capable de modélisation, d'analyse, de planification, de prise

de décision et d'action), les systèmes mobiles du futur sont certainement ceux qui impacteront le plus notre société non seulement d'un point de vue comportemental mais également applicatif. La notion d'autonomie est alors centrale. Elle fait référence à la fois à une autonomie de décision ou d'assistance, et à une autonomie d'actions et de mouvements énergétiquement contrôlés. Elle ne peut en revanche être dissociée des systèmes de mesure et d'analyse de l'environnement et des comportements. La portée applicative qui doit être visée impose alors un postulat de compréhension des comportements des usagers (opérateurs ou passagers de systèmes de mobilité, mais aussi en interaction avec ces derniers) comme prérequis pour la mise au point de dispositifs ou de mesures efficaces, car acceptés par ces derniers.

La mutation, de plus en plus rapide, vers l'électromobilité et vers la délégation partielle ou totale de l'activité de conduite pose par exemple de nombreuses questions liées notamment à la mutation des besoins actuels (trafic hétérogène composé de véhicules plus ou moins autonomes et plus ou moins instrumentés, ...), mais aussi à la mise au point de dispositifs d'interactions entre le véhicule et ses usagers, et au-delà entre le véhicule potentiellement (semi) autonome et les autres usagers de l'espace routier. Outre cette question, les déplacements d'une population vieillissante et en surpoids posent également de plus en plus la question de l'aide à la mobilité de personnes fragilisées. Question qui appelle des réponses mettant, elle aussi, en œuvre l'électromobilité.

Le développement d'outils innovants pour l'étude des comportements et des interactions des différents acteurs impliqués dans la mobilité est un des champs moteurs de l'activité de recherche de cet axe fédérateur. La dimension formation ou le ré-entraînement de leur capacité à réaliser leurs déplacements doivent par ailleurs être pris en compte.

Les recherches envisagées visent à permettre la conception de dispositifs efficaces pour assurer la mobilité des personnes et des biens en réduisant l'accidentalité routière, mais aussi à faciliter la mobilité des usagers les plus vulnérables (y compris les personnes à mobilité réduite temporaire ou permanente). Ces dispositifs intègrent des outils numériques dont la validité et l'interopérabilité avec l'utilisateur (pouvant être conducteur déléguant tout ou partie de son activité de conduite ou de déplacement, passager et usager de l'infrastructure en interaction avec un véhicule) sont cruciales dès la conception. Dans le contexte dynamique complexe d'un déplacement, nécessitant des prises de décisions sous contraintes temporelles fortes, ces outils posent de plus la question clé de leur faisabilité.

**Les thèmes prioritaires adressés par cet axe fédérateur aident ainsi la conception d'instrumentations, de méthodes et d'outils valides pour :**

- **L'étude, l'entraînement/ré-entraînement des comportements humains** dans des systèmes de **mobilité « in-door » ou « out-door »**, en nous focalisant sur les situations critiques (contraintes temporelles et/ou limitation des capacités de l'opérateur/usager humain),
- La mise au point, le test et la validation de **systèmes de mobilité ou d'aide à la mobilité**.

**Les verrous à lever et les objectifs visés impliquent la conception :**

- **De systèmes d'instrumentation permettant :** (i) Une collecte de données pertinentes qui garantisse une datation fiable et donc une synchronisation des différentes sources, sous des contraintes d'embarquabilité sur des mobiles variés (de la voiture au piéton en passant par les 2 roues mais aussi par les nouveaux dispositifs de mobilité individuels – gyropodes par exemple); (ii) La compréhension, au sein même de l'engin mobile, des comportements Humains, de leurs déterminants, et leurs modélisations à des fins de simulation (les études de comportements sont réalisées en collaboration avec des équipes de compétences complémentaires notamment en SHS); (iii) La localisation précise dans des espaces pouvant être contraints,
- **De simulateurs de conduite (au sens large) intégrant :** (i) l'étude de scénarios d'interactions complexes intra-systèmes impliquant un/plusieurs Humain(s) dans la boucle, (ii) l'élaboration de méthodes d'évaluation de la validité des simulateurs (en incluant des mesures sur « l'homme », notamment des outils d'imagerie médicale).
- **De prototypes** permettant des études sur piste de situations accidentogènes – dans un objectif de sécurité.

L'approche développée de conception des outils et de modélisation s'appuie sur une démarche itérative qui intègre la connaissance des comportements acquise à travers des études en situation réelles. Le biais introduit par le panel humain, son expérience face à une mise en situation visée et même l'utilisation de simulateurs impactent la validité des observations et des outils mis en œuvre a priori. Il s'agit non seulement de comparer les performances réalisées en situations réelles et virtuelles mais aussi de comparer les mécanismes psychologiques, neuropsychologiques et physiologiques impliqués (ex., les phénomènes d'adaptation et d'apprentissage, les stratégies visuelles d'exploration, la charge mentale, l'activation musculaire et cérébrale, etc.). De fait, le comportement humain observé « en virtuel » est utilisé comme révélateur de la pertinence de l'outil numérique (simulateur / simulation).

Cette approche implique donc des collaborations avec des équipes des sciences du mouvement, d'ergonomie/psychologie et de neurosciences. *La création de l'université Paris-Saclay (et de sa « School » double compétence SPI / STAPS), et de la Fédération de recherche Demyen-Vaucanson (FEDEV), (projet de School, et projet d'Institut DVIMS) est naturellement une opportunité unique* de faire collaborer des équipes universitaires mixtes sur la question de la mobilité humaine.

En synergie avec les savoir-faire de SATIE en *Electrical Engineering*, *cet axe a vocation à être étendu vers les domaines de l'électromobilité interactive et de la mobilité humaine au sens large.*

#### C.1.1.2.2 Axe « Systèmes innovants de caractérisation »

De manière complémentaire à l'axe précédent, la caractérisation et le contrôle d'environnements ou milieux complexes en évolution présentent un enjeu industriel considérable compte tenu de l'étendue des produits et objets d'étude concernés. Mesurer simultanément les comportements mécanique, électrique et optique à différentes échelles des environnements et milieux complexes voire multiphasiques<sup>8</sup> est en effet un des sujets d'investigation d'actualité non seulement pour comprendre les processus complexes dans lesquels ils sont impliqués (compréhension de pathologies, processus de vieillissement de la matière ou d'œuvres, dynamiques des interactions intrinsèques et extrinsèques entre milieux), mais également pour synthétiser de nouveaux matériaux et en optimiser leur spécificité. Si ces matériaux sont généralement connus tant à l'échelle particulaire et moléculaire (composition élémentaire connue) que d'un point de vue macroscopique (texture, aspect et caractéristiques mécanique et électrique contrôlés), leur lien avec les échelles intermédiaires microscopique et mésoscopique n'est de plus pas trivial. Si de surcroît on souhaite relier ces caractéristiques physiques à ces échelles avec la dimension cognitive (implication comportementale, dimension sensorielle) les enjeux de contrôle non destructif rejoignent les enjeux des systèmes autonomes et de robotique.

Que ce soit pour l'amélioration de la capacité de détection des systèmes autonomes ou pour le suivi de milieux et l'optimisation matériaux complexes, l'anticipation des évolutions de ces milieux par la mesure multi-échelles-multimodale est un verrou scientifique. En effet, les interactions milieu-environnement répondent à des processus nombreux, de nature différente, et à priori aléatoires, et ont un impact à toutes les échelles. Par ailleurs, pour limiter la quantité d'information à traiter, un co-design de modélisation et de traitement associé avec les capteurs et les systèmes instrumentaux doit être envisagé.

Ainsi par exemple, dans un souci de *restauration et de conservation du patrimoine matériel*, l'étude des fresques préhistoriques, des encres, des céramiques, des marbres, des patines et vernis de protection nécessite pour retracer son histoire une compréhension de l'œuvre, culturelle, historique et de sa matérialité, c'est à dire de ses caractéristiques physico-chimiques et biologiques passées et actuelles. Plus généralement *dans les sciences du vivant*, l'étude systémique des matériaux incluant des microorganismes suscite une attention particulière tant ceux-ci sont présents dans la totalité des écosystèmes. Par leur structure évolutive caractéristique, cette étude nécessite des techniques d'analyse "en ligne" à différentes échelles ou d'imagerie suffisamment résolue. *En santé*, les mêmes problématiques d'investigation multi-échelles "en ligne" se posent pour l'étude des tissus et organismes vivants où s'entremêlent cellules et microorganismes immergés dans des liquides, polymères, peptides et protéines. En sécurité enfin, la mise au point d'outils de mesure d'aide à la détection ou de constitution de preuves *en sciences forensiques* par exemple nécessite l'ensemble des savoir-faire cités précédemment. Avoir la capacité, à tout moment, de décrire l'ensemble des interactions en jeu au sein et avec ces structures rigides ou molles (ni liquides, ni solides) a pour corolaire de prévenir leurs altérations voire de comprendre et de guérir les pathologies les plus complexes comme les maladies conformationnelles par exemple.

Les activités scientifiques de cet axe fédérateur à l'interface de la physique, la chimie, la biologie et les sciences de la vie concernent donc la mise au point d'une nouvelle instrumentation pour la caractérisation de ces processus et milieux : de l'élaboration des capteurs aux systèmes de contrôle et au problème inverse associé. Les systèmes instrumentaux visés ont pour objectif la caractérisation multi-échelles de milieux complexes de différents types (structures hybrides, tissus biologiques, fluides et émulsions, matériaux anciens), à l'aide d'études des interactions ondes ultrasonores, électromagnétiques ou optiques. L'approche simultanée multimodale et multi-échelles permet une étude plus fine des propriétés physico-chimiques et biophysiques des milieux en évolution et nécessite un travail de modélisation des interactions ondes-capteurs-matériaux important.

Dans ce contexte, la mise au point de méthodes rigoureuses de caractérisation et de mesure de leurs comportements micrométriques, de leurs modélisations macroscopiques, ainsi que le développement d'approches permettant de relier la structure et l'organisation des éléments moléculaires aux propriétés macroscopiques est un enjeu

<sup>8</sup> La structure interne est constituée d'un ensemble de particules organiques et/ou inorganiques composées de monomères immergés dans un liquide. Pour les matériaux les plus rigides ce sont des fibres ou polymères interpénétrés contenant des fluides (la peau, les biofilms par exemple).

capital. Compte tenu des échelles caractéristiques des nouveaux matériaux aux fonctionnalités complexes, et dans un objectif d'optimisation, il paraît aujourd'hui difficile de les étudier finement sans tenir compte de ces différentes échelles.

**L'enjeu commun de recherche en instrumentation non destructive** suppose en fait une approche systémique de compréhension des mécanismes d'interactions perçus comme pseudo-aléatoires tant le nombre de paramètres et de grandeurs en jeu est important. Mesurer au mieux, et si possible simultanément, les grandeurs significatives, à différentes échelles, devient de fait un enjeu d'innovation majeur.

A l'échelle macroscopique, l'arrangement des molécules constituant les milieux complexes implique des propriétés mécaniques, optiques et diélectriques particulières. Dans le cas de milieux multiphasiques, ces propriétés sont issues des effets prédominants des interfaces intrinsèques (fluide dans solide, ou structure dans fluide). Suivant la dimension de ces macromolécules, leur arrangement, leur structure et leur nombre, le comportement du milieu peut s'approcher de celui d'un fluide homogène (essentiellement visqueux et souvent peu conducteur) ou de celui d'un solide (aux propriétés élastiques prédominantes et parfois conducteur).

A l'échelle microscopique, les macromolécules sont soumises à des interactions intra et intermoléculaires. Ces interactions sont d'origines diverses. Elles peuvent être attractives (forces entropiques, forces de Van der Waals), ou répulsives (forces électrostatiques, stériques). Toutes ces interactions n'ont pas la même influence et n'interviennent pas à la même échelle. L'ensemble de ces forces contribue néanmoins à l'équilibre définissant l'état de la matière. De plus, pour un même matériau, ces interactions peuvent évoluer suivant l'environnement dans lequel ils se trouvent (Température, pH, ...).

A l'échelle cellulaire, un des intérêts des systèmes micro-structurés est de pouvoir placer des cellules biologiques vivantes ou des biomolécules fonctionnelles dans un environnement particulier, émulant par exemple les conditions "*in vivo*". Cela permet d'obtenir des informations plus pertinentes sur les réactions biochimiques en jeu que lors d'une expérimentation "*in vitro*", avec notamment la possibilité d'évaluer les interactions entre des différentes lignées cellulaires, voire d'investiguer le fonctionnement interne de la cellule et de ses composantes (protéines membranaires, canaux ioniques ...). Les systèmes micro-structurés sont aussi le moyen de manipuler des cellules vivantes ou du matériel biologique avec à terme des objectifs thérapeutiques (thérapie génique par exemple).

**Les thèmes prioritaires adressés par cet axe fédérateur concernent donc la conception d'instrumentations, de méthodes et d'outils pour :**

- La mise au point **de capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes** dont le défi de miniaturisation et d'optimisation de la sensibilité peut être relevé grâce à compréhension des interactions capteur-environnement ou réseau de capteurs – environnement.
- La mise au point, le test et la validation de **systèmes de contrôle non destructif multiphysiques** dont l'enjeu de mesure à des échelles différentes des cinétiques d'évolution de processus relève à la fois de l'optimisation des interactions des ondes mises en jeu et des problèmes inverses appliqués.

**Les verrous à lever et les objectifs visés impliquent la conception :**

- **De systèmes d'instrumentation permettant :** (i) Une analyse fine voire une manipulation des milieux investigués à des échelles moléculaires et cellulaires utilisant les interactions optiques – électromagnétiques RF avec la matière ; (ii) Une corrélation multi-échelle des évolutions physiques, biologiques et chimiques grâce à une investigation multimodale à l'échelle mésoscopique ; (iii) La mise au point de capteurs et microcapteurs dont la portabilité (bas coût) est devenue possible grâce à la miniaturisation des capteurs et à une intelligence numérique intégrée ou déportée.
- **De modèles de traitement et de simulation intégrant :** (i) le design des capteurs et des microsystèmes (ii) l'extraction de grandeurs caractéristiques issues de données spatio-temporelles multi-physiques.
- **De prototypes** permettant d'envisager de nouvelles applications tant dans les transports, la sécurité, les cosmétiques que dans le suivi de pathologies ou le diagnostic précoce.

En termes d'animation scientifique, cet axe fédératif est organisé en deux thèmes de recherche « **Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes** » et « **Contrôle Non Destructif multi-modal** ».

### C.1.2 Structuration du pôle

Structurellement, même si ces axes fédérateurs et champs d'investigation associés donnent lieu à des actions de recherche conjointes, les compétences relevant majoritairement des sections du CNU 63, 61 (CNRS 7, 8) ont dû être organisées en deux groupes compatibles avec les écoles doctorales des différents sites :

- Le groupe **Méthodes et Outils pour les Signaux et Systèmes (MOSS)** : apportant des compétences en traitement du signal multidimensionnel et des images, en commande de systèmes, en extraction robuste des grandeurs d'influence, en problèmes inverses et en adéquation systèmes-algorithmes-architecture-usages.

- Le groupe **Instrumentation et Imagerie (II)** : apportant les savoir-faire dans la conception, le développement et la mise en œuvre de capteurs et systèmes instrumentaux pour le contrôle non destructif, l'étude de bio-microsystèmes, l'analyse des interactions ondes-matériaux-environnement grâce à des techniques multi-physiques couvrant un large spectre (optiques, électromagnétiques et acoustiques).

Le tableau ci-dessous présente la structure du pôle au regard des axes et champs de d'investigation

<b>Pôle Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-Environnements (SIAME)</b>			
<b>Axes scientifiques</b>	<b>Thèmes de recherche ou champs d'investigation</b>	<b>MOSS</b> Responsable Roger Reynaud	<b>II</b> Responsable Jean-Yves Le Huerou
<b>Mobilités du futur : systèmes, autonomies et usages</b>	Adéquation Algorithmes-Architectures-usages		
	Perception de l'environnement		
<b>Systèmes multi-échelles pour la caractérisation</b>	Analyse des données et des Images		
	Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes		
	CND Multimodal		

Le pôle SIAME possède également en son sein les compétences issues de quelques chercheurs physico-chimistes et biochimistes issus des sections CNU 31, 33 et 64 (CNRS 13) afin d'intégrer les contraintes applicatives et industrielles relatives aux biotechnologies incluant la bio-ingénierie organique et inorganique, tissulaire et cellulaire.

Compte tenu de son implantation régionale et de sa participation dans les initiatives scientifiques d'excellence des différents sites et tutelles, le pôle SIAME contribue à la mutualisation de ses savoir-faire et outils à travers plusieurs plateformes d'innovation et de valorisation complémentaires. Les activités de recherche détaillées dans les thèmes de recherche ci-après sont ainsi directement mises en synergies au service de secteurs majeurs d'innovation complémentaires transverses décrits dans les axes scientifiques fédérateurs. Grâce aux dynamiques territoriales de chacun des sites, le pôle SIAME peut garantir à la fois une stratégie de valorisation directe dans une logique proactive market-push/market-pull.

On retrouve ainsi :

- à l'**Ecole Normale Supérieure de Paris-Saclay** : la plateforme **Imagerie** et les plateformes **Bio-microsystèmes** et de **Caractérisation** (en lien avec l'Institut d'Alembert **IDA** structure fédérative FR 3242<sup>9</sup>) et en lien avec le Labex LaSIPS<sup>10</sup> ;
- à l'**Ecole Normale Supérieure de Rennes** : la plateforme **capteurs et biocapteurs** (en réseau avec les salles blanches de l'Université de Rennes) ;
- au Cnam** : la plateforme **capteurs et biocapteurs électrochimiques** et gravimétriques à ondes acoustiques de surface (pour le diagnostic médical et l'environnement), et **instrumentations dédiées à la caractérisation** de surfaces et d'interfaces aux échelles nanométriques (microscopie à force atomique et diffusion X à incidence rasante aux petits angles).
- à l'**Université de Cergy-Pontoise** : deux plateformes sociotechniques **LaserInnov** et **Cosmetomics** ouvertes : (i) **à la communauté de la fondation des sciences du patrimoine** regroupant les techniques Laser (initiée par l'EquipEx PATRIMEX et le LabEx PATRIMA); (ii) **à la filière cosmétique** (dédiée à la santé-bien-être regroupant le pôle de compétitivité CosmeticValley, le Synchrotron Soleil et les sociétés Bio-EC et Polytec) ; (iii) **à la sécurité et les sciences forensiques** avec le PJGN (Pôle Judiciaire de la Gendarmerie Nationale) ;
- à l'**Université Paris-Sud** : les plateformes **Véhicules Autonomes et Electromobilité**, **Véhicules 2 roues et 4 roues instrumentés** pour l'aide à l'étude des comportements du conducteur, la plateforme **Simulateurs de conduite**, en synergie avec l'**OpenLab PSA@PSA** et l'**ITE Vedecom**<sup>11</sup> à Satory. Par ailleurs, dans un objectif scientifique inter-pôles incluant les enjeux énergétiques, le pôle SIAME exploite également les plateformes de caractérisation des matériaux avancés et composants pour l'énergie à Satory et à Cachan.

<sup>9</sup><http://ida.ens-paris-saclay.fr/version-anglaise/>

<sup>10</sup><https://yakari.polytechnique.fr/fr/lasips/>

<sup>11</sup><http://www.vedecom.fr>

Secteurs d'innovation / sites	à l'Ecole Normale Supérieure de Rennes	à l'Ecole Normale Supérieure de Paris-Saclay	à l'Université Paris-Sud	à l'Université de Cergy-Pontoise	au Cnam
Santé - bien-être	<i>capteurs et biocapteurs</i> (salle blanche de micro-technologie) en réseau : avec les salles blanches de l'Université de Rennes)	<i>Bio-microsystèmes-Imagerie et Caractérisation</i> (en lien avec l'Institut d'Alembert <i>IDA</i> structure fédérative FR 3242 <sup>12</sup> ) en lien avec le LabexLaSIPS <sup>13</sup>		<i>Cosmetomics</i> : filière cosmétique Nouveaux outils dédiés à la mesure de l'efficacité et l'innocuité des produits. Interactions produit-peau et cheveux. le pôle de compétitivité Cosmetic Valley, le Synchrotron Soleil et les sociétés Bio-EC et Polytech)	<i>biocapteurs et capteurs chimiques</i> électrochimiques et à ondes acoustiques de surface / fonctionnalisation et caractérisation de surfaces (en lien avec les salles blanches du Laum, Université du Mans et de femto-st
Sécurité et patrimonialisation			<i>Plateformes Véhicules.</i> Véhicule autonome électrique de type Zoé. Intégration poussée de concepts sur l'instrumentation et l'embarquabilité pour des applications mettant en œuvre de la perception de l'environnement (recherche focalisée sur la vision et la fusion de données) DIGITEO Roboteo Handler, société CAR&D avec un NDA Renault.	<i>LaserInnov</i> : Patrimoine et sécurité Techniques Laser pour la conservation et restauration du patrimoine matériel et les sciences forensiques. <i>FSP<sup>14</sup></i> (EquipExPATRIMEX et LabEx PATRIMA) PJGN (Pôle judiciaire de la gendarmerie nationale)	
Mobilité et usages			la plateforme <i>Véhicules Autonomes et Electromobilité</i> , en synergie avec <i>l'OpenLab PSA@PSA</i> et <i>l'ITE Vedecom<sup>15</sup></i> à Satory.		

## C.2 Produits et activités de recherche du pôle

## C.2.1 Bilan scientifique des Thèmes de recherche

### C.2.1.1 Thème Adéquation-Algorithmes-Architectures-Usages

**Permanents impliqués** : A. Mérigot, S. Espié, S. Bouaziz, M. Vasiliu, A. Elouardi, B. Larnaudie, B. Vincke, A. Boubezoul, R. Reynaud, S. Rodriguez.

#### C.2.1.1.1 Les objectifs

Les systèmes de mobilité posent des problèmes multiples liés à des interactions fortes entre l'opérateur, le véhicule et leurs environnements. Dans le cas de véhicules terrestres, la dynamique des phénomènes peut être importante voire critique. L'observation et/ou le contrôle de tels systèmes, notamment lorsqu'un humain est dans la boucle, pose des questions d'intrusivité et de cohérence. Notre objectif dans ce thème est de contribuer à la conception de sous-systèmes autonomes intégrant une adéquation entre algorithmes et architectures cibles. Notre apport concerne les méthodes et outils pour l'instrumentation multi-capteurs, la conception d'architectures de calcul embarquées et la synchronisation de flux des données et de contrôle. L'objectif final est de proposer des solutions efficaces d'instanciations des algorithmes de calculs répondant à des situations les plus complexes.

#### C.2.1.1.2 Les enjeux

Les cyber-systèmes autonomes visés ont pour objectif d'intégrer électromobilité et intelligence embarquée : c'est à dire d'être dotés d'une capacité à évoluer de manière autonome et automatique dans un environnement complexe de plus en plus connecté, intégrant l'humain. D'un point de vue scientifique, les enjeux résident essentiellement dans une conception de systèmes pour la mobilité, incorporant les contraintes d'acceptabilité du point de vue de leur intégration et de leur utilisation. Pour concevoir le cyber-système mobile du futur, il est nécessaire de mettre au point instrumentation, méthodes et outils afin d'observer, de comprendre, de modéliser et de simuler la mobilité et ses interactions.

#### C.2.1.1.3 La question scientifique centrale

L'étude de la chaîne "*capteurs, systèmes de décisions, opérateur Humain*" permet, dans une approche systémique, de lever la complexité apparente et fait émerger les verrous scientifiques à plusieurs niveaux d'abstraction. Intégrer la totalité du système d'aide à la mobilité constitue en soi un verrou scientifique transversal allant de l'instrumentation et la mesure des dynamiques multiples et de leurs interactions (environnement-véhicule-conducteur) à la modélisation et l'implantation d'algorithmes, pour une instanciation sur des architectures hétérogènes embarquées en cohérence avec la pratique des usagers. L'adéquation instrumentation-opérateur humain est ici centrale dans la mesure où la validité de l'observation dans les conditions de dynamique forte et de comportement commun de l'opérateur humain est difficilement reproductible et modélisable. Prendre en compte une analyse de performances multiples (tant temporelle, structurelle et efficacité de l'usage) pour mieux évaluer l'impact des instanciations/modifications apportées tout au long du processus de conception est donc une question centrale. Nous avons conçu des plateformes véhicules instrumentées pour disposer de conditions réelles, pour reproduire des situations critiques à étudier. Nous travaillons également à la mise au point de simulateurs dynamiques permettant de baisser la complexité des expérimentations réelles (sur véhicules) tout en assurant l'objectivité des pratiques et des résultats. Les travaux de recherche sont ci-après déclinés en plusieurs questions dont l'ensemble permet de répondre à ce problème central unique.

#### C.2.1.1.3.1 Méthodologie A3 sur architectures hétérogènes sous contraintes temporelles

La complexité des algorithmes à implémenter nécessitent une compréhension très fine pour les instancier sur des calculateurs embarqués dans une approche Adéquation Algorithme Architecture (A3). La méthodologie repose sur la prise en compte de contraintes à optimiser en amont de l'opération d'instanciation sur la base d'une connaissance des architectures du marché et des calculateurs prometteurs. Le paradigme "traiter au plus proche du capteur/actionneur" et une conception orientée flot de données permettent de mettre à contribution tous les calculateurs embarqués y compris ceux des capteurs actionneurs. Le point critique réside dans l'art de décomposer un traitement en briques fonctionnelles et les distribuer au mieux sur les calculateurs présents. Cela permet une implémentation sur des architectures reconfigurables afin de dégager des primitives de calcul pertinentes pour une instanciation plus massive [M. Zaouche ↗] [S. Sakhi ↗] [M. Njiki ↗].

L'évolution technologique produit des architectures cibles hybrides ou hétérogènes à base de CPU multi-cœurs, DSP, FPGA, GPU ou processeurs vectoriels. La diversité des processeurs, la variété des architectures de calculs sont un

<sup>12</sup><http://ida.ens-paris-saclay.fr/version-anglaise/>

<sup>13</sup><https://yakari.polytechnique.fr/fr/lasips/>

<sup>14</sup><http://www.sciences-patrimoine.org/index.php/fondation.html>

<sup>15</sup><http://www.vedecom.fr>

verrou rendant difficile l'implémentation d'algorithmes complexes qui imposent des contraintes fortes (temps de calculs, énergie, embarquabilité ...). Nous portons notre intérêt sur les architectures hétérogènes multi-cœurs pour des implantations efficaces et temps réel d'applications d'aide à la conduite. L'émergence récente de ces architectures aide à concevoir des systèmes embarqués pour des véhicules autonomes. Les Algorithmes de SLAM constituent des cas d'étude, compte tenu de leur complexité intrinsèque [M. Abouzahir [↗](#)] [A. Dine [↗](#)] [D. D. Nguyen [↗](#)].

#### **C.2.1.1.3.2 Méthodes de prototypage et d'instrumentations des systèmes embarqués à base de COTS**

Le travail porte sur la proposition d'une approche et des outils d'aide à la conception de systèmes embarqués basés COTS dans le domaine de navigation de véhicules et des UAVs. Cette approche combine une approche basée composants (CBD), une approche itérative et incrémentale (IID) et enfin une approche pilotée par les tests (TDD) [R. Louali [↗](#)]. L'utilisation de COTS permet aussi de contrôler la variabilité du temps d'exécution pour les systèmes critiques [Jingyi Bin [↗](#)].

Les flux de données des capteurs traduisent l'état du système (proprioceptif) ou sa situation relative à l'environnement (extéroceptif). La conception d'un système embarqué implique nécessairement une juxtaposition de briques fonctionnelles du marché et qu'il faudra assembler pour assurer la fonction globale à réaliser (conduite automatisé, fonction de sécurité ...). Ces briques sont des composant sur étagère que l'on va identifier, qualifier et intégrer dans le système à concevoir. Un composant immatériel est le temps qui représente la référence des systèmes réactifs. La synchronisation temporelle multi-éléments hétérogènes constitue un verrou qui nécessite une approche experte à cause de la diversité des systèmes et des solutions. Le caractère opérationnel de nos systèmes et véhicules instrumentés et automatisés permet de comprendre la conception multi-niveaux, que nous avons appliquée à des projets industriels [A. Burbano [↗](#)].

#### **C.2.1.1.3.3 Analyse de performance globale et génération automatique de code.**

La conception d'un système de traitement d'image embarqué nécessite de la traiter en 4 étapes : une étape de modélisation hardware ; une étape de modélisation des programmes de traitement dans une description paramétrique ; l'étape 3, innovante, consiste à définir une batterie de vecteurs de test sur les unités de l'architecture *hardware* ; l'étape 4 est la formalisation paramétrique permettant une prédiction analytique des performances temporelles. Les vecteurs de test traduisent un savoir-faire en Adéquation Algorithme Architecture. Trois approches ont été proposées pour explorer et optimiser le mapping d'un graphe de traitement sur les unités cibles : Approche stochastique<sup>16</sup>, Approche arithmétique d'intervalle<sup>17</sup> et Approche basée fonction de coût (compromis entre les deux autres approches)<sup>18</sup>. La méthodologie globale a été illustrée sur un algorithme de détection des piétons. Ces travaux [R. Saussard [↗](#)] ont donné lieu à 3 dépôts de brevets aux noms de RENAULT et CNRS (tutelle gérant les brevets de SATIE).

Au sein de l'IRT SystemX, nos travaux ont porté sur des méthodologies de portage d'ADAS sur des architectures embarquées fortement hétérogènes. [D. Dekkiche, [↗](#)] a adressé la complexité des algorithmes en traitement d'image (faire évoluer ces algorithmes pour s'adapter aux architectures embarquées actuelles par une optimisation multi-niveaux Kernel et Système). Suite à ces travaux, nous avons décidé de nous appuyer sur des outils existants (OpenACC, OpenMP), offrant aujourd'hui de bonnes performances (CPU et GPU), pour proposer une réécriture automatique du programme prenant en compte ses possibilités de parallélisation et les spécificités de l'architecture [R. Diarra [↗](#)].

#### **C.2.1.1.3.4 Instrumentation des véhicules et Systèmes Embarqués pour l'étude des usages**

La compréhension des comportements des usagers est primordiale pour pouvoir proposer des dispositifs d'aides au déplacement ou bien des réglementations (code de conduite) efficaces et acceptés par tous. L'enjeu est important pour concevoir, valider et optimiser les systèmes de mobilités, et ce dans une approche itérative. Le développement d'outils pour l'étude et la compréhension des comportements des différents acteurs de la mobilité et de leurs interactions est souvent complexe et/ou à risque. Cela est particulièrement vrai pour l'étude des situations critiques<sup>19</sup> (temporalité et contrainte d'embarquabilité). Ces instrumentations, outils et méthodes ont permis de proposer des projets de recherche. Le projet CSC-SCOOT (cofinancement Direction de la Sécurité Routière) a permis d'étudier la pratique de circulation inter-files des 2 roues et de proposer une évolution de la réglementation routière (expérimentation en cours). Dans le projet ANR SIM2CO+, l'étude des problèmes rencontrés par les conducteurs 2 roues novices a conduit à proposer des évolutions de l'épreuve sur piste du permis de conduire 2RM (propositions mises en place en 2013).

<sup>16</sup> Plus "précise" mais pas applicable en raison de la complexité des calculs.

<sup>17</sup> Plus facile à utiliser, mais reste très pessimiste.

<sup>18</sup> Fournit un résultat moins précis (10% à 20% d'écart avec des implantations manuelles).

<sup>19</sup> L'usage pose la question de l'outil, de sa pertinence et de sa validité pour mesurer le phénomène

Dans le projet VIROLO++, nous proposons une instrumentation moto pour étudier et comprendre la prise de virage en moto [S. Smaiah [↗](#)]. Les retombées attendues du projet concernent la mise au point d'outils et méthodes pour la formation à la conduite, en particulier à la prise de virage sécurisé.

Dans le cadre des actions stratégiques prioritaires du département STIC de l'Université Paris-Saclay, nous menons actuellement le projet INVAsIVE dont l'objectif est, en adaptant la plateforme instrumentée, d'étudier les situations critiques impliquant un conducteur en délégation de conduite automatisée.

#### C.2.1.1.4 Les questions scientifiques secondaires

L'ensemble des actions menées dans ce thème a pour objectif d'apporter une connaissance, une méthode et outils pour faciliter le processus de construction et d'instrumentation d'un véhicule (2 ou 4 roue) dans un objectif d'y implanter des fonctions d'automatisation et/ou de supervision incluant le conducteur qui décide mais qui influence aussi le système global.

#### C.2.1.1.5 La démarche méthodologique

L'approche méthodologie aborde le problème scientifique à partir d'expériences représentatives de réalités sociétales ou de critères scientifiques. Il faut de fait disposer d'un jeu de données ou des indicateurs objectifs permettant d'évaluer le problème et les solutions. L'usage de démonstrateurs et de prototypes permet à la fois de constituer ces bases et contribuer à valider les outils et les méthodes proposés. Ces plateformes permettent donc de conforter l'expertise acquise.

Plateformes impliquées	Véhicule instrumenté Automatisé ZOE (Réalisation SATIE), Simulateur Dynamique de moto instrumentée. Motos Instrumentées pour l'étude des pratiques de conduites, Moto Automatisée pour l'étude de sa dynamique.
Projets collaboratifs en lien	ANR VIROLO++, Sécurité routière CSC-SCOOT, SIM2CO+ Projet Paris-Saclay INVAsIVE : 2017-2018 collaboration avec le laboratoire IBISC <sup>20</sup>
Collaborations industrielles	M2M Technology, Shoptline, Renault

Voir annexe 4 pour les références bibliographiques

#### C.2.1.2 Thème Systèmes de perception pour la mobilité

**Permanents impliqués** : E. Aldea, JP. Barbot, A. Boubezoul, A. Mérigot, R. Reynaud, I. Vin, S. Rodriguez, E. Seigneur, M. Vasiliu.

##### C.2.1.2.1 Les objectifs

La mise au point d'un système de perception fait partie des processus complexes décrits précédemment qui font appel aux compétences transversales propres à l'instrumentation : de la physique aux problèmes inverses, et plus particulièrement des compétences méthodologiques en analyse des données et des images. L'objectif dans ce thème est de concevoir la partie matérielle du système de perception, puis d'imaginer et d'agencer une séquence de traitements qui donne un caractère "quasi-optimal" à l'ensemble de ce système de perception.

##### C.2.1.2.2 Les enjeux

L'adéquation instrumentation-intelligence artificielle et numérique est l'enjeu central. Cette adéquation consiste en la mise en œuvre de techniques numériques de perception adaptées à l'instrumentation afin d'atteindre des niveaux de performances permettant d'envisager par exemple l'utilisation massive de véhicules autonomes. Pour cela, il est nécessaire de mettre au point des systèmes de perception permettant d'observer, de comprendre, d'interpréter les scénarios présents dans l'environnement du système de mobilité pour concevoir le cyber-système de mobilité du futur avec une sûreté de fonctionnement inégalée à ce jour.

##### C.2.1.2.3 La question scientifique centrale

La conception de **systèmes de perception d'environnements complexes dynamiques** dédiés à la navigation *indoor*, *outdoor*, et à la sécurité est la question scientifique centrale adressée par ce thème. Ces systèmes doivent présenter des performances sur des jeux de données test au moins égales à celles de la concurrence. Ils doivent aussi être validés sur des données réelles. La perception d'environnements complexes nécessite de traiter un flux de données importants et d'en extraire le plus simplement possible les vecteurs caractéristiques optimaux. La question de la fusion de données

<sup>20</sup> IBISC : Université d'Evry Val d'Essonne

provenant de plusieurs capteurs et constituant une image est alors critique surtout lorsqu'il s'agit d'identifier en temps réel les évolutions caractéristiques. La simplicité alliée à la pertinence des algorithmes nécessaires et des modèles associés (en termes de précision, de convergence et d'embarquabilité) sont alors des verrous qu'il s'agit de lever.

#### **C.2.1.2.4 Les questions scientifiques abordées**

##### **C.2.1.2.4.1 Navigation outdoor.**

Le projet DIGITEO "[Roboteo Handler](#)" finalisé en 2014 a transformé un véhicule électrique Zoé-Renault en véhicule autonome. La démarche s'est focalisée sur une intégration poussée de concepts sur l'instrumentation et l'embarquabilité pour des applications de perception basée vision et fusion de données. Les contributions sont validées expérimentalement sur des bases de données publiques et sur des données issues de ce concept-car avec création de bases de référencement. Une évolution de la plateforme est en cours dans le projet INVASIVE. L'analyse de scènes dynamiques pour les voitures autonomes [H. Gonzales [↗](#)] et les ADAS conduit à aborder de nouvelles stratégies de fusion multi-capteurs [B. Wang [↗](#)]. Les travaux de [W. Lu [↗](#)] ont quantifié l'apport d'une détection de marquage au sol à un système de localisation géographique et se poursuivent avec [A. Balakrishnam [↗](#)]. Une thèse CIFRE avec Renault [R. Defraiteur [↗](#)] traite des problèmes de précision de localisation à partir de nuages de points radar. Les travaux de [E. Sattarov [↗](#)] traitent le suivi multi-objets en termes de continuité et de précision, en fournissant des indicateurs de risque associés aux comportements des cibles. L'étude du couplage de l'odométrie visuelle avec les systèmes de cartographies pour la détection de changement de voie [S. Dharmiza [↗](#)] permet d'optimiser la précision de la localisation longitudinale. Les travaux [LI X. [↗](#)] ont abordés la création d'indicateurs de somnolence et de distraction du conducteur. Les travaux de [Q. Nie [↗](#)] implante des méthodes cumulatives pour les systèmes d'aide à la conduite avec application à l'estimation du mouvement et à la reconstruction de scène. Un logiciel embarqué de "délégation de conduite pour valet de parking" a été conçu sous licence privée pour Renault. Les défis relevés sont : un partage de charge entre CPU-GPU, un algorithme de calibrage des caméras de recul à grande angle de vue (170°), un processus de consensus aléatoire dont la précision s'adapte au temps réel (algorithme élastique), une amélioration de la stabilité des pistes par filtrage multi-niveaux.

##### **C.2.1.2.4.2 Navigation indoor.**

L'identification de canaux de propagation constitue un problème d'estimation paramétrique et a abordé les questions suivantes : l'estimation régularisée et parcimonieuse (collaboration Unicamp Brésil), l'encryptage dynamique d'information [T. Nguyen [↗](#)], la géolocalisation indoor et la simulation de la propagation dans les bâtiments fondé sur la méthode DPSM. La complexité de la propagation à l'intérieur des bâtiments ne permet pas une géolocalisation suffisamment précise. Il faut fusionner ces informations avec des données issues de capteurs inertiels, de vision, de communication et en s'appuyant sur des sources de signal nomades.

##### **C.2.1.2.4.3 Surveillance en milieu urbain surpeuplé.**

La question abordée est la navigation en milieu urbain, où les données visuelles fournies par un porteur mobile (drone, agent de sécurité) sont augmentées par une multitude de sources non fiables (cameras statique, réseaux de capteurs) et où la fusion d'informations imprécises joue un rôle central [H. Chen [↗](#)] dans le projet S2UCRE. La fusion des sources non fiables est également abordée dans une étude de caractérisation des performances d'un algorithme de SLAM pour les images de drone (Thales Avionics).

##### **C.2.1.2.4.4 La démarche méthodologique s'appuie sur 3 volets complémentaires**

Dans cette thématique, les performances du système de perception sont recherchées et mises en avant. Une connaissance approfondie de ce que représentent les indicateurs d'imprécision, d'incertitude, d'incomplétude, de fiabilité, les modélisations utilisées permet de dériver des indicateurs représentatifs des performances de la méthode.

La maîtrise du système de perception impose de disposer d'une expérimentation proche de l'état de l'art au niveau instrumentation. La plateforme Zoé possède donc une instrumentation en constante évolution.

La validation doit être réalisée sur des bases de données publiques. La création de base de données issues de nos propres expérimentations est souvent imposée par les agences de moyens, les données obtenues devant être accessibles à la communauté scientifique après anonymisation, ce qui impose d'être en mesure de fournir une vérité terrain sur ce jeu de données.

Plateformes impliquées	Plateformes véhicules Zoé. Base de données
Projets collaboratifs en lien	ANR-BMBF S <sup>2</sup> ucre projet franco-allemand 2016 sur le futur de la sécurité dans les espaces urbains) : Safety& Security of Urban Crowded Environments DIGITEO "Roboteo Handler"

	Université Paris Saclay, projet INVASiVE, laboratoire SATIE et IBISC
Collaborations industrielles	Renault ADAS Thales Avionics

### C.2.1.3 Thème Analyse des données et des images

**Permanents impliqués** : M. Abbas-Turki, H. Abou Kandil, E. Aldea, H. Bourles, A. Ferreol, P. Forster, P. Larzabal, S. Le Hegarat, N. Lermé, R. Reynaud, T. Rodet.

#### C.2.1.3.1 Les objectifs

L'estimation robuste d'une grandeur physique ou sémantique requiert un traitement d'inversion des données issues des observations. Mais les données sont intrinsèquement incomplètes, imprécises et non complètement fiables. Les systèmes multi-capteurs ou multidimensionnels créent une forme de redondance ou de complémentarité des informations. L'objectif est de concevoir des méthodes numériques basées sur des approches récentes pour affiner (en levant ambiguïtés ou imprécision) et rendre robuste (en filtrant les données aberrantes) les estimations des paramètres ou objets d'intérêt.

#### C.2.1.3.2 Les enjeux

La conception de nouvelles approches pour l'estimation robuste requiert d'explorer différents formalismes : inférence bayésienne, décision a contrario, méthodes parcimonieuses, modèles à base de graphes, raisonnement incertain (fonctions de croyances), théorie des jeux. La maîtrise de ces cadres formels est le préalable à une utilisation de ces méthodes de manière optimale dans une application.

#### C.2.1.3.3 La question scientifique centrale

La question scientifique centrale est la recherche de méthodologies, concepts théoriques, algorithmes et outils numériques pour l'analyse des données multiparamétriques, multidimensionnelles issues d'évènements ou de processus complexes ou d'images sans a priori. Les verrous sont liés à :

- **L'évaluation des performances.** Par exemple déterminer la limite inférieure de la variance qu'un estimateur peut atteindre dans une application permet de porter un jugement sur les performances des estimateurs, mais aussi de dimensionner un système multi-capteurs pour cette application.
- **Repenser le problème.** La plupart des problèmes réels étant mal posés (au sens mathématique), leur résolution robuste et numériquement efficace nécessite l'ajout de contraintes telles que celles apportées par des a priori de régularisation, de parcimonie ou des données supplémentaires éventuellement imprécises ou incomplètes.

#### C.2.1.3.4 Les questions scientifiques abordées

Nos travaux traitent des lois adaptées (modélisation probabiliste de bruit impulsif, modèles parcimonieux, modélisation de l'ignorance partielle par des fonctions de croyance, critères de régularisation...) pour une **estimation robuste de données multidimensionnelles**.

Les traitements développés s'appliquent potentiellement aux systèmes multi-capteurs (radar, sonar, radiocommunication, contrôle non-destructif, imagerie). **En présence de bruits impulsifs**, la famille des distributions complexes à symétrie elliptique constitue un cadre statistique puissant pour obtenir des estimateurs robustes. [M. Boizard [↗](#)], [A. Breloy [↗](#)], [A. Taylor [↗](#)], [B. Mériaux [↗](#)], [ASTRID 2018→]. L'exploitation de **la parcimonie** en estimation nous a conduit à travailler sur les différents modèles possibles et sur l'étude des performances associées. Nous avons aussi étudié et proposé des alternatives au problème du off-grid. La prise en compte de la parcimonie en traitement d'antenne a nécessité le développement d'algorithme de norme L0 car les colonnes de la matrice de l'alphabet sont très corrélées et les algorithmes de type L1 se trouvent en défaut. Nos travaux en **traitement d'antennes** ont aussi ciblé 2 applications : la géolocalisation en une étape [C. Delestre [↗](#)], et la calibration des grands réseaux de télescopes [V. Ollier [↗](#)].

**Ces derniers** ont donné lieu à la participation à un **livre blanc** pour réinscrire le consortium international SKA (Surface Kilometer Array) dans la feuille de route des TGIR (réunion des traiteurs de signaux à SATIE).

En **analyse d'images**, nous développons des approches robustes pour des problèmes allant de la détection d'évènements ou d'objets à la reconnaissance de forme. Nos applications impliquent différents types d'images (de télédétection optique ou radar, caméras hyperspectrales industrielles, caméras infrarouge thermique, caméras embarquées sur un système mobile). La robustesse de nos approches provient de la modélisation fine de l'information et de toutes ses "imperfections": bruits mais aussi données aberrantes (outliers), imprécises, incomplètes. Ainsi, les approches a

contrario permettent, en modélisant le signal en l'absence de données structurées (modèle naïf), de définir une mesure de la significativité d'une observation structurée. En adaptant le modèle selon l'application, nos travaux ont permis de détecter des données aberrantes dans des données GNSS (notamment des mesures NLOS) [S. Zair [↗](#)], des structures incohérentes avec le fond (notamment des fissures) [J. Vandoni [↗](#)] ou avec un modèle de scène (notamment des objets en mouvement ou saillants) [M. Ammar [↗](#)]. Les approches développées dans le cadre de la théorie des fonctions de croyances permettent, en modélisant le conflit entre certaines données, d'évaluer la pertinence d'une décision par exemple pour des problèmes de SLAM [A. Roquel [↗](#)], de localisation ou de classification de données hyperspectrales [M. Lachaize [↗](#)]. Les approches basées sur une fonctionnelle incluant un prior de régularisation soit spatiale ou entre images de données permettent de modéliser les interactions entre pixels ou superpixels [C. Ribal [↗](#)]. Les propriétés mathématiques de la fonctionnelle déterminent alors la possibilité d'obtenir la solution par optimisation à base de coupes dans des graphes. Nos travaux concernent la formulation de la fonctionnelle à optimiser et des interactions modélisées, qui dépend à la fois du problème considéré (reconstruction de cartes de profondeur, co-segmentation de données hyperspectrales) et des propriétés topologiques souhaitées pour le graphe. En termes d'applications, l'étude de la dynamique des foules très denses, notamment le projet [MOHICANS 2015→], fédère à la fois des questions d'analyse de données: estimation robuste (de positions, trajectoires des gens), de vision (données issues d'un réseau de caméras synchronisées à champ recouvrant, pour gérer les occultations), et des questions de modélisation traitées par des collaborations: avec des collègues physiciens ou chercheurs en simulation numérique (modèles d'interaction micro ou macroscopique), des automaticiens (gestion du flot de personnes), à des sociologues et urbanistes (gestion des usages). La robustesse de nos approches provient d'une part de l'apprentissage statistique, appliquée à la détection des têtes dans les flots vidéo [J. Vandoni [↗](#)], et d'autre part de la fusion de données multi-caméras impliquant la modélisation fine de la géométrie projective et les prior sur les objets d'intérêt et une optimisation discrète [N. Pellicano [↗](#)].

Le caractère interdisciplinaire de cette recherche est renforcé aujourd'hui par la création sur le campus de Saclay d'un groupe interdisciplinaire d'étude de la dynamique des foules impliquant les laboratoires SATIE, LPT, LPTMS et IMO<sup>21</sup>.

La régularisation par des techniques d'échantillonnage calculant conjointement l'estimateur de la moyenne a posteriori ainsi que l'évidence du modèle sous lequel on calcule cette espérance nous permet de **choisir le modèle le plus pertinent vis-à-vis des données** [ANR CND]. Une approximation variationnelle de l'inférence bayésienne a permis [Y. Zheng [↗](#)] de transposer les algorithmes développés pour l'optimisation dans  $\mathbb{R}^n$  à l'espace de dimension infinie des mesures à densité. *Des problèmes inverses de grandes tailles (plus d'un million d'inconnues)* sont alors résolus de manière non supervisée (sans paramètre de réglage), avec un temps d'exécution 1000 fois inférieur aux approches Monte Carlo Markov Chain. Dans l'estimation d'un grand nombre de paramètres sous la contrainte de ne disposer que de peu de mesures, un apprentissage couplé aux techniques "compressed sensing" a permis d'estimer un vecteur de 33000 entrées à partir de 5 mesures avec une erreur de 2%. Un résultat induit est le placement de capteurs dans le cadre d'un problème de grande dimension.

*La théorie des jeux* a permis de déterminer les commandes associées à un jeu de Nash avec des joueurs optimisant sur des horizons de temps différents. Une méthode non itérative a traité le problème de placement des pôles dans les systèmes linéaires multi-variables dans le domaine continu et discret [COFECUB]. Une thèse en cotutelle [UNICAMP] a optimisé les allocations des ressources par une gestion opportuniste de la puissance dans des réseaux de communications sans fil. Ce savoir-faire permet d'aborder des problématiques de *contrôle de l'écoulement de fluides*, une commande à retard et une commande robuste cherchant à limiter les pertes et à améliorer les performances (turbulences, traînée, ...) ont été conçues [Y. Rizi [↗](#), K. Kasper [↗](#)] pour réguler l'écoulement dans une cavité et ont été testées sur une maquette [LIMSI]. En analyse algébrique, la question abordée est la stabilité et la stabilisation par bouclage. Des conditions nécessaires et suffisantes de stabilité exponentielle ont été obtenues pour les systèmes linéaires à coefficients variables. Une telle condition a été obtenue pour des systèmes périodiques à temps discret, ainsi qu'une méthode **d'asservissement robuste** associée (rejet des perturbations et tolérance d'incertitude sur paramètres).

### C.2.1.3.5 La démarche méthodologique

Deux démarches méthodologiques complémentaires sont mises en œuvre :

- (i) *La recherche théorique dans le cadre de l'estimation robuste* doit conduire à une rupture ou une avancée sur les performances, sur le passage à l'échelle, sur la représentation de l'information, sur les concepts ... C'est sans a priori que l'on teste différentes méthodes en les poussant dans leurs limites.
- (ii) Développer de nouveaux algorithmes robustes et numériquement efficaces pour une application n'a de sens que si le chercheur dispose de jeux de données spécifiques, avec des contraintes (données fournies par des partenaires

<sup>21</sup>[http://www.th.u-psud.fr/page\\_perso/Appert/semper.html](http://www.th.u-psud.fr/page_perso/Appert/semper.html).

ou concernées par le droit de la vie privée). *Un approfondissement lié aux caractéristiques d'une application particulière* conduit alors à repenser le problème ou sa modélisation.

Plateformes impliquées	Jeux de données
Projets collaboratifs en lien	ANR ASTRID ANR Magellan ANR JCJC Towards Modelling High-density Crowds for Assisting planning and Safety MOHICANS Consortium Surface Kilometer Array ANR Contrôle de pièces par courant de Foucault LIMSI, ENSTA, Nat. Tech. Univ. Athens Programme CAPES/COFECUB : partenaires dépt « Automatique et Systèmes » Univ. Féd., Santa Catarina, Brésil, CRAN et SATIE Université de Campinas (UNICAMP), Brésil, collège doctoral franco-brésilien
Collaborations industrielles	VERI

#### C.2.1.4 Thème " Capteurs, biocapteurs et bio-microsystèmes "

**Permanents impliqués** : F. Razan, C. Zerrouki, N. Fourati, P. Griesmar, E. Caplain, M. Michiel, B. Le Pioufle, M. Werts, S. Serfaty, J-Y. Le Huerou, N. Wilkie-Chancellor, P. Larzabal.

##### C.2.1.4.1 Les objectifs

Le besoin de caractériser plus finement les matériaux innovants, les nanostructures ou les milieux biologiques a entraîné le développement de microcapteurs et microsystèmes à un moment où les micro et nanotechnologies, révolutionnent véritablement notre quotidien, et sont devenues incontournables dans de nombreux domaines en particulier ceux en lien avec les sciences de la vie. Dans ce contexte, la mise au point de capteurs et de systèmes de mesure capables de détecter certaines molécules, peptides, et cellules, leurs interactions et leur évolution est un axe de recherche scientifique important en constante évolution pour la communauté scientifique spécialisée en instrumentation. Cette quête de mesure fine impose une sensibilité et une sélectivité accrue impliquant parfois la détection des interactions à différentes échelles. C'est en effet indispensable afin de comprendre les mécanismes mis en jeu dans des réactions physico-chimiques et biologiques complexes par les modifications de structures elles-mêmes complexes. En corollaires, l'optimisation de la partie transduction et des actions électromagnétiques ou mécaniques rendues possibles à ces nano-échelles permet la mise au point de microsystèmes de manipulation de cellules et de caractérisation.

##### C.2.1.4.2 Les enjeux

Le suivi de phénomènes biophysiques à l'échelle moléculaire et la détection de particules et macromolécules, de protéines/peptides ou de cellules spécifiques, sont souvent associés à des phénomènes stochastiques très fortement aléatoires. La représentativité de la mesure et la capacité de ces nouveaux capteurs à suivre la cinétique de réaction à cette échelle sont de fait des verrous à lever dans le domaine de l'instrumentation. De plus, la miniaturisation oblige bien souvent une intégration technologique d'amplificateurs engendrant l'utilisation de substrats semi-conducteurs dopés et des techniques de "pré-concentration".

L'approche multi-échelle adoptée par le pôle dans la mise au point de nouveaux capteurs ou de microsystèmes cherche à permettre à la fois de tendre vers une détection à l'échelle micro voire nano tout en tenant compte des phénomènes micro et mésoscopiques. Cette approche fait d'ailleurs écho aux réflexions menées en nano-biotechnologies, aux travaux menés en électrochimie (en lien avec les Ultra-MicroElectrodes - UME) et en mécanique (en lien avec la miniaturisation des systèmes électromécaniques ultrasonores) et microsystème radiofréquences et électrochimiques. L'association de plusieurs électrodes permettant enfin une étude spatiale et multiéléments.

Parallèlement, lorsque les applications nécessitent un suivi en temps réel sans marquage préalable, l'essentiel de l'optimisation se fait en amont, sur les couches sensibles elles-mêmes et sur la fonctionnalisation des capteurs (nanoparticules métalliques thiolées, nano-bâtonnets de ZnO greffés directement et/ou enrobés de polymères à empreintes moléculaires/ioniques...).

##### C.2.1.4.3 La question scientifique centrale

Dans ce contexte, la mise au point de nouvelles générations de capteurs multi-physiques et multi-échelles est central. Les avancées technologiques permettant la miniaturisation des capteurs doivent par exemple favoriser leur développement surtout pour les applications biologiques ou chimiques où la multiplicité des entités élémentaires à

mesurer, et la nécessité d'extraire des grandeurs statistiques fiables et représentatives des comportements biophysiques sont primordiales. Ces capteurs doivent donc être capables d'une part de détecter finement l'évolution des caractéristiques investiguées, et d'autre part de favoriser la compréhension des interactions multi-échelles. La caractérisation des matériaux complexes par exemple nécessite le développement de capteurs ultrasonores ou radiofréquences, colloïdaux et micro-fluidique, de capteurs gravimétriques, ou encore des biocapteurs fonctionnalisés, de micro capteurs et bio-microsystèmes incontournables dans de nombreux domaines en particulier ceux en lien avec les sciences de la vie.

Suivant l'application des étapes de design de la partie transduction, de modélisation des interactions, de fonctionnalisation de surface, et de conception y compris pour la miniaturisation sont autant de savoir-faire centraux mis en jeux dans cet axe.

#### **C.2.1.4.4 Les questions scientifiques abordées**

Les travaux de recherche abordés dans ce thème s'intéressent donc aux défis scientifiques et technologiques posés par le développement de capteurs et de systèmes d'investigation à différentes échelles.

Aux échelles les plus petites ce sont les questions des **« systèmes micro structurés et de bio-microsystèmes »** pour des applications en lien avec les sciences du vivant qui ont été privilégiées. Ainsi nos investigations ont donné lieu aux capteurs et microsystèmes suivants :

- **« Capteurs colloïdaux et microfluidique »** : la sensibilité des capteurs colloïdaux envers les substances à détecter vient en général de la chimie de surface des particules ; pour cela il est nécessaire de fonctionnaliser la surface de nanoparticules avec des couches d'enrobage spécifiques composées de petites molécules, de polymères ou des molécules biologiques (anticorps, ADN). Durant la période, nous nous sommes intéressés plus particulièrement à trois aspects :
  - **« La caractérisation de systèmes colloïdaux »** sensibles aux substances chimiques ou biologiques
  - **« La manipulation des nanoparticules »** en microsystème à l'aide de microélectrodes
  - **« L'instrumentation pour le suivi des particules en temps réel »** et outils numériques associés
- L'intérêt des microstructures est de pouvoir placer des cellules biologiques vivantes ou des biomolécules fonctionnelles dans un environnement mimétique des conditions normales de vie "in vivo". La réalisation de tels systèmes suppose d'intégrer au sein d'un même objet différentes fonctions biocompatibles (microfluidique, manipulation de cellules par des champs électriques, capteurs), ce qui constitue un défi technologique en soi. A titre d'exemple, nous nous sommes particulièrement investis dans :
  - **« L'électroporation et la nanoporation sur puce »** : l'application d'impulsions de champ électrique (quelques ns, et quelques kV) permet de manipuler la membrane plasmique des cellules, mais aussi les membranes intracellulaires en les couplant aux bio-microsystèmes du laboratoire. Des micro-dispositifs autorisent l'étude de ces effets en temps réel (ANR NANOPULSEBIOCHIP).
  - **« Dispositifs microfluidiques biomimétiques »** : la miniaturisation des dispositifs intégrant des nanopores biologiques ou solides a été faite dans le cadre de l'ANR EPSILOMICS. Des microdispositifs mimétiques du fonctionnement des organes (rate foie) ont été développés (ANR MRSEI Hepatometrix).

A des échelles mésoscopiques, l'enjeu est de mesurer des grandeurs physiques représentatives des interactions multiples dans des milieux ou fluides complexes. Les capteurs doivent alors être soit multimodaux, soit permettant plusieurs échelles d'investigation différentes. Coupler différentes techniques (mécaniques, électriques, et optiques) afin de remonter à la structure et son évolution, par le suivi des propriétés aux échelles d'investigation pertinentes permet en effet une signature plus précise. Ainsi, on a pu mettre en évidence la pertinence de :

- **« Capteurs et système sans contact multimodaux »** dédiés à l'imagerie rapide des tissus biologiques et aux matériaux complexes (thèse Y. Wang, 2014), l'étude de la formation de biofilms (thèse D. Marinkova, 2011), et le diagnostic moléculaire et biologique dans le domaine de la santé (ce type de capteur a fait l'objet d'un brevet obtenu en 2011 [BI1]).
- **« Capteurs gravimétriques à ondes acoustiques de surface »** : le laboratoire développe et réalise de capteurs gravimétriques à ondes acoustiques de surface (SAW pour Surface Acoustic Waves) fonctionnant à 104 MHz et dédiés à la détection d'éléments chimiques et biologiques en milieu liquide. **« Le choix et l'optimisation du mode de fonctionnalisation constituent les étapes clés »** dont la réussite et la maîtrise conditionnent la sensibilité et la sélectivité du capteur chimique ou biologique envisagé (Thèses de Y. Wang, 2014 ; P. Didier, 2016).
- **« Capteurs micro-rhéologiques à ondes ultrasonores de volume »** : les ondes de cisaillement permettent en effet une sensibilité extrême sur les modifications structurelles de fluides complexes. Les techniques de vernissage des luthiers du 18<sup>ème</sup> siècle et la compréhension des processus d'évolution des vernis dans un objectif de conservation et de restauration ont par exemple été mis en évidence (thèse de S. Tirat, 2015). Ces mêmes capteurs permettent d'optimiser des crèmes, des gels, et de caractériser finement la stabilité des émulsions en cosmétiques par exemple (Thèse de Davina Desplan, en cours)
- **« Biocapteurs »** : la conception à l'aide de ces capteurs de biocapteurs associés à l'étude de matériaux fonctionnalisés comme vecteur d'entités bioactives permet un suivi unique pour l'optimisation de matériaux mous innovant nano-

structurés (thèse de J.-M. Ringiard, 2013), ou pour étudier les maladies conformationnelles (thèse de P. Didier, 2016, pour la maladie d'Alzheimer)

- **Explants de peau instrumentés** : ces mêmes capteurs peuvent être implantés sur des explants de peau maintenus en survie afin d'en caractériser les propriétés viscoélastiques et les effets induits par les interactions produits-peau dans un objectif d'objectivation de produits topiques et dermatologiques (brevet serfaty et al., 2015, 2018, Thèse V. Gauthier, en cours).

#### C.2.1.4.5 La démarche méthodologique

L'approche adoptée pour le développement des capteurs, microcapteurs est résolument transversale et va du matériau au système : **(i)** modélisation et design des capteurs en fonction des matériaux utilisés et des phénomènes recherchés, modélisation des interactions ondes-matière générées et reçues, lors de l'optimisation de la sélectivité du capteur en particulier pour les biocapteurs une étape de fonctionnalisation de la surface est également envisagée. **(ii)** conception, fabrication et caractérisation des transducteurs, **(iii)** mise en œuvre de l'instrumentation de validation associée et tests.

Concevoir des capteurs miniaturisés nécessite de surcroît une attention particulière sur les interactions physiques, chimiques et biologiques à la surface du capteur et aux plus petites échelles. Cette transdisciplinarité impose de plus des savoir-faire importants en **micro-technologie** dont l'approche est intégrative : du développement de microsystèmes de très grande sensibilité, à la conception et à la détection ; Le travail simultané à l'interface des différentes disciplines permet ainsi l'optimisation des modes de transduction de ces capteurs par l'étude de matériaux aux micro-technologies et par la modélisation.

Plateformes impliquées	Salles blanches (Ens Rennes et Cachan), Cosmetomics#UCP,
Projets collaboratifs en lien	FUI Blue-Hyal, FUI S'KIN, ANR NANOPULSEBIOCHIP, ANR EPSILOMICS, RHU-ANR ILITE, Institut National de la Transfusion Sanguine
Collaborations industrielles	Bio-EC (2011-2020, E. Lati, PFMI Cosmetomique) ; Givaudan (2012-2013 et 2013-2014, S. Bône et Y. Harisson) ; LVMH (2013-2016 ; J-F. Tranchant), Este Lauder (2017-2018)

#### C.2.1.5 Thème " CND Multimodal "

**Permanents impliqués** : N. Wilkie-Chancellor, J-Y. Le Huerou, L. Martinez, S. Serfaty, B. Roucaries, E. Voure'h, F. Schmitt, F. Daout, Y. Le Diraison, F. Stefani, D. Placko, J-P. Barbot, T. Rodet, S. Bouaziz, A. H. Elouardi

##### C.2.1.5.1 Les objectifs

L'objectif de ce thème est de mettre au point de nouveaux outils de caractérisation non destructive des milieux et matériaux complexes nano-structurés et/ou multiphasiques en formation ou au cours de leur vieillissement. Ces méthodes sont basées sur la mesure des interactions avec la matière d'ondes issues de vecteurs multi-physiques. Les forces prédominantes régissant l'évolution des propriétés de ce type de matériaux étant d'origines physiques différentes à toutes les échelles, il est pertinent de les analyser par une approche multimodale surtout si l'on cherche à objectiver les interactions de ce matériau avec son environnement. Dans ce cas une mesure conjointe multi-échelle et multimodale s'impose. Les systèmes instrumentaux multi-échelle mis au point peuvent donc utiliser comme support d'information les modifications simultanés d'ondes mécaniques, électromagnétiques et optiques. Suivant l'application ces systèmes peuvent être en contact avec le matériau ou sans contact.

##### C.2.1.5.2 Les enjeux

Mesurer finement l'évolution des propriétés des matériaux de notre quotidien (liquides, solides, matière molle), d'œuvres culturelles, de milieux ou produits innovants organiques et/ou inorganiques, ou de milieux biologiques est un enjeu dans la mesure où cette évolution est mal connue car elle dépend de ses interactions physiques, biologiques et chimiques avec l'environnement. Le durcissement réglementaire face à l'apparition des nanomatériaux et matériaux hybrides implique industriellement d'objectiver les interactions de tout nouveau produit et matériau et de vérifier son impact sur les personnes et les biens. Par ailleurs, le besoin de diagnostic plus fin de pathologies mal connues ou nécessitant un suivi individualisé impose de repenser les outils de mesure d'autant plus qu'ils doivent répondre à des contraintes de portabilité, de coût, et de sensibilité. Ce thème vise ainsi à répondre aux enjeux de mesure en lien avec : **(i) la santé et le bien-être** : par exemple les maladies conformationnelles ou les interactions "produits topique-peau" ; **(ii) le patrimoine culturel** : par exemple étudier le vieillissement des œuvres, constructions et monuments historiques en vue

d'une restauration ou conservation ; **(iii) la sécurité** : en particulier les interactions nanostructures-peau ou l'analyse de la corrosion d'os ou de scènes de crime pour les sciences forensiques.

### **C.2.1.5.3 La question scientifique centrale**

Ce thème a pour question centrale le développement d'outils innovants de haute technologie capables de : **(i) caractériser les matériaux et milieux complexes** à l'échelle mésoscopiques, moléculaire et macroscopique ; **(ii) mesurer simultanément l'impact des interactions physico-chimiques et biologiques** pour en déduire l'évolution et le vieillissement de matériaux et milieux complexes.

L'enjeu associé d'analyse multi-physique et d'investigation "en ligne" multi-échelles suppose que l'interaction des ondes de types différents (mécanique, électrique et optique) avec la matière soient indépendantes par discrimination fréquentielle en régime linéaire et soit le plus sensible possible. D'un point de vue instrumental, l'extraction des grandeurs caractéristiques, à priori aléatoires, suppose leur indépendance relative (soit une linéarité suffisante et une inter-corrélation entre les grandeurs négligeables) et d'extraire le signal de niveau et de nature comparable au bruit. Ces conditions rendent certainement les systèmes impulsions moins adaptés que les systèmes à détection cohérente et synchrone. L'extraction des grandeurs spatio-temporelles caractéristiques nécessite de plus une transversalité importante et un élargissement des champs de compétences pour résoudre les problèmes inverses associés.

### **C.2.1.5.4 Les questions scientifiques abordées**

L'approche du Contrôle Non Destructif multimodal du laboratoire se base sur l'étude des interactions onde-matière, le développement de systèmes instrumentaux et de modèles associés. Compte tenu du large spectre de champ d'application visé, les instrumentations mises en œuvre sont multiples.

- **Les systèmes électromagnétiques**

Plusieurs méthodes d'investigation à différentes échelles donc dans des bandes de fréquences différentes (de qqkHz à qq GHz) sont développées. Les plus récentes concerne les méthodes électromagnétiques RF et hyperfréquences pour la spectroscopie diélectrique et les méthodes radar.

**En spectroscopie diélectrique large bande**, l'enjeu est de mesurer les propriétés diélectriques complexes de milieux complexes de zones parfois difficilement accessibles. On peut citer l'étude des sols et des matériaux de construction ou la surveillance de l'état de santé des bâtiments et des ouvrages d'art qui nécessitent des capteurs adaptés au suivi de leurs propriétés hydromécaniques (de quelques MHz à plusieurs GHz). Dans le cas des structures épaisses de génie civil les profondeurs sondées doivent être supérieures au mètre tout en conservant une résolution centimétrique (de 2 à 5 cm). Pour ces structures complexes il faut s'affranchir des effets d'hétérogénéités affectant la propagation des ondes radar appliquées. Le mode d'interrogation à modulation de fréquence (FMCW : Frequency Modulation Continuous Wave) utilisé, ayant la particularité d'utiliser un filtre intermédiaire (FI), permet de ne pas dégrader la résolution tout en travaillant à des fréquences (de 0,5 à 2 GHz) compatibles avec une propagation dans le béton et les sols.

Pour la matière molle ou milieux biologiques complexes (étude de la prolifération de microalgues, FUI BlueHayl, ou pour le suivi du cancer du sein sans contact) ce sont **les systèmes de mesure diélectrique de fréquences RF à spectre réduit** qui sont plus pertinents (qq MHz à qq centaines de MHz). Ils permettent en effet de **mesurer simultanément la conductivité et la permittivité diélectrique à l'échelle mésoscopique** toute modification structurelle d'entités, organismes, fibres et matrices extracellulaires immergées dans un liquide peu conducteur (ex. thèse de X. Zhou, 2016 pour l'optimisation de prolifération de microalgues, ou thèse de M. Wang, 2017 pour la détection des tumeurs dans les tissus adipeux).

- **Systèmes d'analyse de matériau par techniques laser**

L'approche instrumentale sans contact est également appliquée à l'analyse multi-échelles des propriétés mécaniques des matériaux complexes par des techniques de vibrométrie laser. Ces techniques ont été développés dans le but de caractériser un matériau ou suivre son évolution, par la cartographie et l'analyse de l'interaction d'ondes ultrasonores de volume ou de surface avec le milieu. En effet, la détection des ondes sans contact par des systèmes instrumentaux laser présente un atout important dans bons nombres d'applications car ils permettent de scanner point par point le comportement vibratoire des matériaux. Des dispositifs d'interférométrie laser 2D et 3D sont mis en œuvre pour la détection des vibrations tridimensionnelles de l'ordre de quelques nanomètres et permet ainsi d'établir une cartographie précise. Des traitements de signaux adaptés (Transformée de Gabor, Radon, Slant-Stack...) sont développés pour caractériser la propagation des ondes acoustiques afin d'en déduire des paramètres pertinents (fréquence, amplitude, atténuation, célérité de l'onde, coefficient de rétrodiffusion, etc...) contenant des informations sur le milieu analysé. Le laboratoire est précurseur et reconnu dans ce domaine, et est un des acteurs majeurs dans l'approche scientifique nécessaire

pour prendre en compte les problèmes de conservation/restauration d'œuvres dans le domaine patrimonial. Le laboratoire est porteur de l'Equipex Patrimex qui développe et met à disposition des conservateurs et restaurateurs du patrimoine culturel national de tels systèmes Laser à travers des plateformes technologiques fixe et mobile (en collaboration avec le C2RMF et le LRMH). La thèse de Mohamed El Boudani (2013-2017) a eu par exemple pour objectif l'extraction des signatures acoustiques des statues de marbre du château de Versailles en vue de déterminer les mécanismes de dégradation.

- *Vers du CND multimodal*

Dans une logique multimodale, la mesure simultanée de l'ensemble des phénomènes physico-chimiques et biologiques à l'échelle moléculaire et mésoscopique a pu être réalisée mutualisant les vecteurs d'informations provenant des effets Raman, fluorescence et infrarouge (ex. thèse de D. Syvilay, 2016 pour la mise au point d'un système LIBS-LIF-RAMAN pour l'analyse des bronzes anciens et de leur restauration). Pour augmenter la sensibilité les techniques de synchronisation les plus sophistiquées, utilisation l'effet Raman cohérent, sont mise en œuvre pour l'objectivation des interactions produits-peau (thèse en cours d'A. Lemarquand liée au développement d'un système CARS).

Par ailleurs, dans un objectif de tomographie diélectrique destinée à mettre au point un nouveau système autonome de suivi et de dépistage précoce sans contact du cancer du sein, il est nécessaire de mettre en œuvre un réseau d'antennes qui complique le système RF et son traitement numérique spatio-temporel. Pour limiter le nombre de capteurs à mettre en réseau et simplifier le traitement tomographique multidimensionnel, une nouvelle technique d'investigation multimodale particulièrement prometteuses est actuellement en cours de conception. Ce système permet de mesurer simultanément, par des capteurs TSMMA (*Thickness Shear Mode Magneto-Acoustic* – développée dans la thèse de Yu WANG, 2011-2014), les propriétés micro-rhéologiques et diélectriques des tissus adipeux par ultrasons et spectroscopie RF simultanée. La multimodalité visée devrait permettre d'allier résolution spatiale et la qualité de diagnostic et de caractérisation des tissus à l'aide d'un système portable sans contact.

- *Analyse et modélisation des interactions multimodales ondes-milieux : Modélisation DPSM (Distributed Point Sources Method)*

Ces systèmes multimodaux nécessitent une analyse en champs proches qui implique la conjonction de capacités numériques non seulement dans l'acquisition et la production d'images, mais aussi dans le traitement d'images (savoir-faire de l'axe fédératif précédent). Outre ces savoir-faire, l'utilisation de modèles multimodaux 3D des interactions sont nécessaires pour optimiser et mettre en œuvre de manière pertinente ces nouveaux systèmes. La méthode DPSM (*Distributed Point Sources Method*) concilie les avantages des méthodes analytiques et des simulations numériques afin d'optimiser ces nouveaux systèmes utilisant des ondes mécaniques et électromagnétiques. Cette méthode de modélisation semi-analytique exploite les méthodes de singularités pour représenter des problèmes d'interaction entre des capteurs et leur environnement. Des évolutions peu consommatrices de ressources (10000 points de maillage en quelques secondes) basées sur cette méthode ont été développées pour la modélisation de capteurs magnétiques, ultrasonores, puis dans les cas électrostatique et électromagnétique. En outre, une fois la résolution initiale réalisée, les calculs sur différents points de l'espace ou pour différentes conditions aux limites se font par produits en calculs directs. Par superpositions, elle permet de modéliser les phénomènes successivement, pour comprendre à la fois l'influence unitaire de chacun d'eux et de restituer la totalité des phénomènes.

#### **C.2.1.5.5 La démarche méthodologique**

La démarche méthodologique suivie dans ce thème est dictée par le besoin de compréhension des interactions ondes-matériaux dans l'objectif d'une caractérisation non destructive. La diversité des phénomènes physiques mis en jeu impose le développement de systèmes instrumentaux multimodaux innovants permettant un suivi mécanique et électrique et optique. La complexité des données issues de ces systèmes nécessite une modélisation fine des interactions afin d'extraire les paramètres physiques pertinents. Cette approche est possible par les expertises internes mais aussi grâce aux nombreuses collaborations nationales et internationales menées avec les acteurs des domaines d'applications (musées et laboratoire du patrimoine, industriels de l'aéronautique et du génie civil, ...). Dans la dynamique Patrima-Patrimex, cette démarche est étendue à l'international avec le développement de l'infrastructure européenne E-RIHS (*European Research Infrastructure for Heritage Science*). Au-delà du développement des méthodes de mesures, un changement majeur concerne l'interopérabilité accrue des analyses utilisées, visant à produire de meilleures caractérisations multi techniques et multi-échelles.

Plateformes impliquées	LaserInnov (UCP), Patrimex,
------------------------	-----------------------------

Projets collaboratifs en lien	Porteur scientifique et mise en place d'une Plateforme PATRIMEX, 2013 : Plateforme dédiée à la caractérisation, la conservation et la restauration du patrimoine matériel SAMIA, LaserNet, PasdeJeu, ChordHarm, Grandes Résines, Post-MortUS, DOMUS, R2S, projet RFhydromeca du Labex Lasips, 2015-2017, projets de l'Institut Farman : HYDEM, 2016-2017 ; CVERT, 2018-2019, projet EDF RASTA : depuis 2016, en collaboration avec l'Institut Fresnel
Collaborations industrielles	Polytec, Seelab,

## C.2.2 Données chiffrées

### C.2.2.1 Les personnels permanents

Outre l'intégration en 2010 de 8 enseignants-chercheurs de l'Université de Cergy-Pontoise (UCP), le pôle SIAME a connu, en début de quinquennat, une croissance significative de ses effectifs de personnels permanents (passage de 28 à 40) grâce à l'intégration de l'équipe de recherche ACCIS de l'université Paris-Sud. Le tableau ci-après présente la déclinaison des effectifs (calcul en équivalent temps plein CTP) du pôle en fonction des catégories de personnel.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne Période
<b>CTP</b>	21,5	21,5	22,5	22	22,5	22,5	<b>22,08</b>
<b>Tot. Pers.</b>	40	40	42	41	42	42	<b>41,17</b>
<b>CR</b>	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>
<b>EC</b>	37	37	39	38	39	39	<b>38,17</b>

Tableau 13 : Personnel permanent du pôle SIAME par catégorie

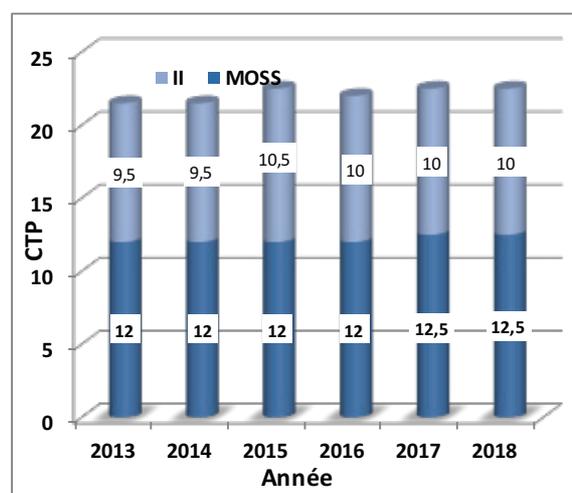


Figure 7 : Effectif par groupe du personnel permanent du pôle SIAME (équivalent temps plein)

Cette arrivée a permis d'équilibrer les groupes II et MOSS et d'affirmer notre volonté de renforcer notre activité transversale. Cette intégration montre :

- L'attractivité du laboratoire : une telle croissance est également source de difficultés. Les locaux mis à notre disposition sont de manière chronique sous dimensionnés. Par ailleurs la multiplication des sites implique un effort particulier en termes d'animation scientifique afin de préserver une cohérence et une dynamique d'ensemble.
- La confiance accordée par les tutelles et les partenaires : malgré le contexte de rationalisation général des établissements d'enseignement et de recherche, l'ENS Cachan, l'UCP et L'université Paris Sud continuent à soutenir le pôle par le maintien ou l'affectation supplémentaire de 1 poste de PR, de 2 MCF. Cet effort reste néanmoins insuffisant au regard du soutien pérenne nécessaire de personnel technique de haut niveau que représente les IR. On note néanmoins une majorité d'enseignants-chercheur.
- L'interaction des personnels avec l'environnement académique et socio-économique : un grand nombre de collègues du pôle ont par ailleurs de lourdes charges d'encadrement et de gestion de formation (6 responsables de Master, CMI et/ou Licences Professionnelles, 2 directeurs de composantes (IUT et UFR), 4 chefs ou responsables de département d'IUT, de l'ENS et Cnam, 1 Vice-Présidente de l'ENS Paris-Saclay chargée des moyens, 1 Directeur scientifique à la DGA, 1 Vice-Président du Conseil Scientifique de l'UCP chargé de la recherche et la valorisation puis de la stratégie de l'établissement), et le directeur du laboratoire.

### C.2.2.1.1 Les personnels non permanents

Les personnels non permanents du pôle sont essentiellement des doctorants et post-doctorants. Le tableau ci-dessous décline le nombre de thèses par catégories.

Source de financement	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne annuelle
Contrats doctoraux	11	10	10	9	8	7	10
Contrats collaboratifs publics	10	10	10	9	8	6	10
Contrats collaboratifs privés	15	15	14	13	12	9	14
Bourses organismes publics (DGA, CNRS, CEA ...)	4	4	4	3	3	3	4
Bourses organismes français destinées aux doctorants étrangers	5	4	4	4	3	3	4
<b>Total doctorants inscrits</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>42</b>

Tableau 14 : Nombre de thèses annuelles par catégorie

Compte tenu du nombre de chercheurs habilités à diriger les recherches, ceux-ci **encadrent en moyenne 2,8 thèses par an**. Ramené au nombre de chercheurs CTP **chaque chercheur toutes catégories confondues a l'opportunité de co-encadrer 1,9 thèses par an**.

**La durée moyenne des thèses est d'environ 3 ans et 4 mois**. Cette durée est confortée par le fait que tous nos doctorants sont financés. Leur source de financement provient soit d'une des trois écoles doctorales dans lesquels sont inscrits les contrats doctoraux, soit de sources en lien avec des contrats collaboratifs publics ou privés, comme le montre le graphique ci-après.

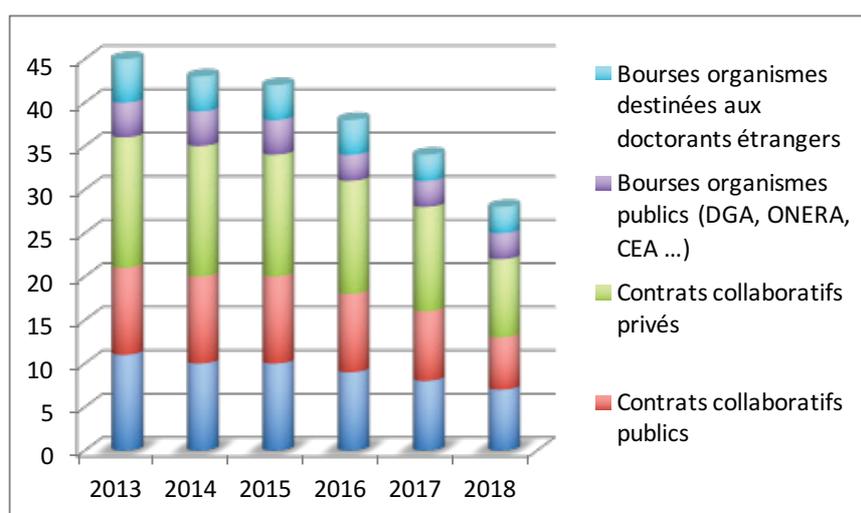


Figure 8 : Sources de financement des thèses

Le devenir des doctorants sur la période a été arrêté en considérant la situation professionnelle des docteurs en 2018. Le premier constat est que 100% des doctorants formés ont un emploi stable. Comme pour la moyenne nationale le pourcentage de doctorants qui deviennent chercheurs à temps plein est très faible, ce qui est à corréler d'une part avec les thématiques de recherches tournées vers les entreprises de secteurs dynamiques (transports, énergies renouvelables), la « coloration » dominante en enseignants-chercheurs du laboratoire, mais également avec les fortes exigences de recrutement de chercheur à temps plein : niveau des concours, rareté des postes. 46% de nos doctorants sont en effet accueillis par des entreprises, 20% deviennent enseignants du secondaire ou du supérieur, 17% sont en post-doctorat. 7% trouvent un emploi (public et privé confondus) dans leur pays d'origine (catégorie « autre »).

Devenir des docteurs	Bilan période	%
chercheurs temps plein	2	5%
enseignants chercheurs	6	15%
ingénieurs	19	46%
PRAG/enseignants du secondaire	4	10%
post-doctorants	7	17%

Tableau 15 : Devenir des docteurs

Compte tenu des domaines d'activités relevant des sections 63 et 61, la parité des genres reste fidèle à la moyenne nationale (70% masculin, 30% féminin). Cette proportion homme-femme reste cependant supérieure à celle des ingénieurs du secteur (15 à 20% de femmes). Nous accueillons régulièrement des chercheurs à temps plein (post-doctorants) ou partiel (ATER).

### C.2.2.2 Réalisations du pôle

#### C.2.2.2.1 Production scientifique

La liste de la production scientifique par groupe est fournie en annexe 6. Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble de la production du pôle déclinée selon la nomenclature AERES.

Productions scientifiques	2013	2014	2015	2016	2017	2018	bilan période	ratio/C TP/an
<b>Revus à comité de lecture (nationales et internationales)</b>	37	39	54	46	36	9	221	1,9
<b>Communications dans les colloques internationaux et nationaux avec actes et comité de lecture</b>	58	86	86	55	49	8	342	2,9
<b>Ouvrages, contributions ou chapitres d'ouvrage</b>	5	0	1	4	0	3	13	0,1
<b>Autres publications (y compris vulgarisation et diffusion du savoir)</b>	3	2	2	2	2	4	15	0,1
<b>Total général</b>	<b>103</b>	<b>127</b>	<b>143</b>	<b>107</b>	<b>87</b>	<b>24</b>	<b>591</b>	<b>5,1</b>

Pour mesurer l'activité scientifique sur la période, nous avons choisi d'introduire comme indicateur le nombre de publications par an et par chercheur équivalent temps plein (CTP). On note chaque chercheur temps plein a produit en moyenne annuellement près de 4 documents diffusés dont une grande majorité est destinée à l'international. La grande diversité de journaux de rang A choisis montre la pluridisciplinarité de nos activités. On note néanmoins qu'un grand nombre de publications dans les revues et conférences IEEE.

Enfin, 20% d'articles issus de collaborations avec des chercheurs étrangers confirme ainsi le rayonnement à l'international des activités du pôle SIAME. Outre les publications, le pôle participe à de nombreuses actions en faveur du transfert de savoir-faire vers l'industrie et le grand public. Le laboratoire SATIE a entamé depuis plusieurs années une démarche pragmatique pour favoriser d'une dynamique de transfert de technologie et de valorisation globale. Dans ce cadre, une politique raisonnée de dépôts de brevets, de licences de logiciels a été favorisée. Le nombre de brevets déposés illustrent notre action volontariste en matière de propriété intellectuelle en lien avec les deux SATT dans le giron du pôle.

Brevets	bilan période
Brevets français déposés	10
Demandes d'extensions de brevets	12
<b>Total Brevets</b>	<b>22</b>

#### C.2.2.2.2 Interactions avec l'environnement social, économique et culturel

Le pôle mène ainsi une politique de valorisation de la recherche ambitieuse renforçant les synergies internes et externes et mettant en exergue la pertinence de leurs domaines d'expertises au regard du tissu socio-économique local. L'implication du pôle SIAME à des infrastructures fédératives de recherche, de développement et d'innovation permet d'apporter aux entreprises les moyens de passer de la conception au développement en vue d'une mise sur le marché de leurs innovations. Le pôle SIAME en collaboration avec de partenaires institutionnels (pôles de compétitivité et le Synchrotron Soleil) et des entreprises cherche ainsi à initier, à partir des équipements et savoir-faire regroupés, un courant d'innovations durables favorisant la compétitivité de nos entreprises locales voire de filières dans leur ensemble.

Les actions conjointes et collaboratives nourrissent les différents axes de recherche fédératifs du pôle et contribue à la fertilisation croisée faisant partie intégrante de notre action de recherche et valorisation. Le pôle SIAME a une longue tradition de collaboration avec les entreprises. Ainsi, il a bénéficié de l'apport d'ingénieurs et de 3 chercheurs associés travaillant en parallèle dans l'industrie venant apporter leur expertise en instrumentation optique par exemple ou en traitement du signal. A l'inverse plusieurs chercheurs de notre pôle apportent des expertises aux entreprises (citons par exemple le lien avec Bio-EC, PSA, Thales, Renault, SeeLab, Polytec). De nombreuses thèses en lien à des applications industrielles (via des CIFRE, des FUI, et une chaire industrielle avec le fond F2i) soutenues et en cours sont autant de

preuves de la volonté commune d'innovation et de transfert sur des sujets majeurs d'actualité. On retrouve ainsi de nombreux contrats de recherche (majoritairement collaboratifs, peu de prestations) avec des TPE, PME et grands groupes (Dassault Aviation, Snecma-Moteurs, EADS, Renault, M2M, ValoTech, Snecma, EDF, SNCF, Phycosource, Bio-EC, Givaudan, SEPPIC, Este Lauder, LVMH). Des projets collaboratifs de relative longue durée ( $\geq$  à 3 ans) de type FUI ou ANR ont également été obtenus :

- Développement d'outils pour la caractérisation de l'efficacité de produits cutanés sur explants de peau maintenus en survie Bio-EC, Dermadis, Chimex.
- ANR VTT «FIDEA», piloté par l'INRETS, pour la «Fiabilité et Diagnostic des Composants Electroniques de Puissance pour applications Automobiles »

Les pôles de compétitivité SYSTEM@TIC Paris – Région, Cap digital, ASTECH, Cosmetic Valley sont également des partenaires dans plusieurs projets du pôle.

Les indicateurs financiers engendrés sont présentés dans les graphiques ci-après par type de financement et hors salaires. On observe un budget quasi constant sur la période (en moyenne d'1M€/an). Ces financements sont essentiellement issus de projets collaboratifs ANR (25%), FUI (14%), contrats industriels directs (23%) et investissements d'avenir (Labex). Les financements européens restent faibles, ce qui s'explique d'une part par le manque de moyens logistiques pour les suivre, d'autre part par l'investissement fort du pôle dans les programmes ANR/FUI mais également dans les projets structurants (E-RHIS, Dragon Gate, AUF) à fort rayonnement.

Le financement par CTP s'élève à environ 62 k€/an sur la période. Ces moyens permettent un niveau de financement raisonnable pour mener à bien les projets du pôle.

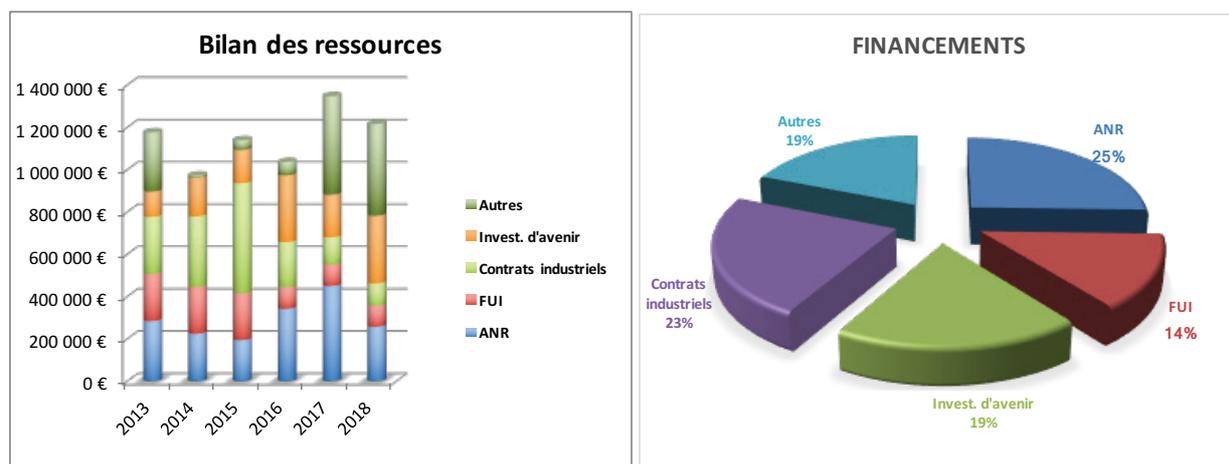


Figure 9 : Financements du pôle SIAME

Les financements indiqués dans la rubrique autres sont les financements incitatifs obtenus par les initiatives fédératives (IDA, Farman, CNRS ...) pour initier de nouvelles activités. Les projets européens dans le cadre de H2020 représentent 8%.

### C.2.3 Sélection des produits et activités

### C.2.4 Faits marquants du pôle

#### C.2.4.1 L'analyse de foule : une application Big-Data transversale aux systèmes hyper-connectés

L'apport scientifique du savoir-faire du pôle SIAME dans l'analyse de foules denses est emblématique des avancées méthodologiques interdisciplinaires nécessaires pour l'étude des systèmes hyper-connectés (foules, réseaux de transport d'énergie ou de routage, marchés financiers, smart-cities). Cet apport intègre en effet intrinsèquement la question de la stabilité de ces systèmes souvent vulnérables à des phénomènes de défaillance en cascade et de robustesse des mesures dans les cas d'usages réels. Ce sont des problématiques majeures pour deux thématiques et centres d'intérêt de notre laboratoire : la gestion de la consommation et du transport d'énergie, et l'optimisation de la dynamique des flottes de véhicules autonomes. Toutes les échelles sont concernées : de l'échelle physique microscopique à une caractérisation macroscopique des dynamiques des systèmes.

L'approche disruptive réside donc en une mise en œuvre concertée d'algorithmes d'apprentissage statistique multidimensionnel et des cyber-systèmes associés, intégrant la modélisation des interactions multi-échelles et leur dynamique.

⇒ *Cette approche a été appliquée avec succès à l'analyse de détection du nombre de personnes dans un espace confiné et à l'estimation de densité locale.* La mise en place concertée d'un système distribué de caméras dont les données acquises sont synchronisées, et d'un algorithme basé sur la géométrie projective des caméras a permis de mettre en synergie maîtrise de la partie matérielle du système de captation (optimisation du positionnement, calibration) et optimisation de l'algorithme de perception et de sa rapidité de convergence d'analyse et de traitement.

⇒ *Ce système a été déployé en espace confiné à la Mecque et au Regents Park Mosque à Londres.*

Notre capacité à maîtriser le système de perception nous a permis, plus récemment, de collaborer avec *l'Imperial College* afin de créer un *dataset video anonymisé "espaces congestionnés"* ouvert à la communauté académique du Royaume-Uni.

⇒ Ce système a été utilisé dès octobre 2017 lors de deux événements sur le campus de *l'Imperial College*.

#### **C.2.4.2 De l'étude des comportements à la mise en place de contre-mesures de sécurité routière : impact sur la réglementation**

La mise au point d'une *instrumentation compacte et non intrusive dédiée aux motos* a permis l'étude des comportements de conduite des motards en inter-files, mais aussi d'étudier la formation initiale « moto » et les problèmes rencontrés par les novices au cours de leurs premières semaines de conduite après l'obtention du permis. Les résultats obtenus par ces études, et l'expertise acquises par les chercheurs ont permis à ces derniers de participer aux groupes de *travail pilotés par Conseil National de Sécurité Routière* et de proposer des *évolutions réglementaires et pratiques*.

⇒ L'épreuve « plateau » du permis de conduite « moto » a été modifiée en 2013 suite à nos travaux.

Cette épreuve vise à favoriser les compétences de maîtrise du véhicule pour des situations du quotidien (conduite en urbain notamment). Une expérimentation ayant pour but d'évaluer l'impact d'une modification de la législation sur la conduite inter-files des motos est en cours. *La modification de la réglementation s'appuyant sur nos travaux permettra la formation à cette pratique actuellement interdite.*

⇒ L'expérimentation « inter-files » en conditions réelles est en cours de validation (depuis 2017) sur une sélection de voies rapides, pour finaliser une modification du code de la route

#### **C.2.4.3 Modélisation semi-analytique multi-physique appliquée à l'aéronautique : implantation sur simulateur de vol temps réel**

Le pôle SIAME a développé une méthode de modélisation semi-analytique originale exploitant les méthodes de singularités pour représenter des problèmes d'interaction entre des capteurs et leur environnement. Cette modélisation générique, baptisée DPSM (*Distributed Point Sources Method*) est aujourd'hui largement exploitée dans le cadre de modèles directs et de problèmes inverses, et développée pour répondre à la modélisation de phénomènes impulsionsnels, électromagnétiques et ultrasonores. Les dernières avancées de la méthode DPSM autorisent le développement de modules spécifiques destinés à des problèmes concrets multi-physiques difficiles à expliquer ou à résoudre.

⇒ Le portefeuille de brevets portant sur le DPSM est considéré par le CNRS comme faisant partie des axes stratégiques d'innovation, avec des applications possibles dans la conception d'éoliennes, d'hydroliennes mais également celle de drones.

Le développement récent de modules spécifiques dans le domaine de la mécanique des fluides est d'importance dans le domaine de l'aéronautique. *Un partenariat avec la PME FTSC a permis une première implantation temps réel du modèle DPSM* et notamment d'un module de calcul rapide de grandeur macroscopique (force) *sur simulateur de vol du Fokker 100*. De nombreuses campagnes de mesure ont été réalisées pour développer un modèle DPSM adapté à un simulateur en réalité virtuelle.

⇒ Le module dédié à la simulation de vol a permis la restitution en temps réel de l'effet de sol, lors des phases de décollage comme d'atterrissage. Il s'agit là d'un fait marquant car jusqu'à présent cet effet était restitué à partir de données enregistrées et tabulées, et non à l'aide d'un modèle physique temps réel implantable.

#### C.2.4.4 Participation à l'initiation du réseau de plateforme d'innovation européen : E-RIHS

E-RIHS — *European Research Infrastructure for Heritage Science* — est une infrastructure de recherche dédiée à l'étude des matériaux du patrimoine culturel et naturel. Elle cherche à répondre aux problèmes expérimentaux que posent la connaissance et la conservation des matériaux du patrimoine (collections des musées et muséums, ensembles monumentaux, sites archéologiques, fonds d'archives, de bibliothèques, etc.), qui se caractérisent par une hétérogénéité multi-échelle et un vieillissement au temps long (peintures, céramiques et verres, métaux, spécimens paléontologiques, matériaux lithiques, documents graphiques, etc.). L'accès à des technologies de pointe (synchrotron, faisceaux d'ion, nouvelles techniques laser et méthodes portables) et à des archives scientifiques, ainsi qu'aux méthodes associées, nécessitant des accès multiples, impliquant des équipes pluridisciplinaires et associant les spécialistes des instruments est un enjeu mondial.

⇒ En mars 2016, le projet E-RIHS a été inscrit sur la feuille de route ESFRI (*European Strategy Forum on Research Infrastructures*) et sur la feuille de route nationale des infrastructures de recherche. L'infrastructure est entrée dans sa phase préparatoire en février 2017.

Le pôle SIAME participe à la construction de l'infrastructure au niveau Français coordonné par le C2RMF et IPANEMA.

⇒ D'un point de vue organisationnel, il participe au travers de la Fondation des Sciences du Patrimoine ([www.sciences-patrimoine.org](http://www.sciences-patrimoine.org)) ; le responsable du pôle SIAME aussi Vice-Président du CA de la FSP fait partie du comité de pilotage d'E-RHIS France.

⇒ D'un point de vue opérationnel, les chercheurs du pôle SIAME donnent accès à des équipements et à une expertise de pointe via la plateforme PATRIMEX obtenue dans le cadre d'un EquipEx et que le pôle coordonne.

#### C.2.4.5 Partenariat stratégique avec le synchrotron soleil d'ouverture de nouveaux outils pour les cosmétiques et la sécurité

En continuité de la mise en place commune avec le synchrotron Soleil de la Plateforme Mutualisée d'Innovation (PFMI Cosmetomics), le pôle est porteur de l'engagement stratégique commun entre l'université de Cergy-Pontoise et le Synchrotron soleil pour développer de nouveaux outils mis à disposition des filières cosmétique et sécurité et en ouvrir l'accès. Les activités de recherche visent la mise au point d'outils inédits dédiés : *(i)* à la mesure de l'efficacité et de l'innocuité de l'environnement sur la peau pour les cosmétiques et la sécurité ; *(ii)* à l'identification et la caractérisation multi-échelles des processus de vieillissement (aging processes). Le pôle SIAME participera au développement de l'instrumentation et des modèles associés au sein de 3 lignes du Synchrotron (ANATOMIX, SMITH, SWING). Cette stratégie commune vise à répondre à une réelle demande des PME et ETI de la filière cosmétique, mais aussi sociétale en matière de sciences forensiques.

⇒ L'objectif de cette collaboration initiée par le pôle SIAME et l'UCP, en collaboration complémentaire avec le pôle de compétitivité Cosmetic Valley et le PJGN est donc de proposer un ensemble de savoir-faire instrumentaux de haute valeur ajoutée (de caractérisation, de détection, de diagnostic, d'imagerie et d'analyse innovatrices) autour d'un centre ouvert clairement identifiable et reconnu internationalement.

⇒ Plusieurs chercheurs de SATIE deviennent chercheurs associés afin de renforcer les équipes des lignes.

#### C.2.4.6 Une vulgarisation scientifique dans le cadre de la formation doctorale couronnée de succès

Le pôle SIAME participe aux efforts des tutelles pour sensibiliser le grand public aux grands défis scientifiques et initier les jeunes aux sciences. Ainsi, le pôle participe régulièrement aux manifestations organisées : fête de la science, accueil des enfants des écoles des communes, portes ouvertes, MT180 ...

Le pôle SIAME a eu l'honneur de voir 2 de ses doctorants retenus en phases finales du concours MT180.

⇒ Le premier a été représentant de la France *en finale internationale à Liège* en 2017 après sa qualification à la deuxième place française<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=Q1ZbkNSFlhg> ;

⇒ Le second<sup>23</sup> présentera ses activités de recherche au sein du pôle SIAME en phase finale nationale en juin 2018 à Toulouse, après une qualification à l'échelle de la région Ile de France.

Outre notre capacité à vulgariser nos travaux ces bons résultats successifs montrent le sérieux de notre formation doctorale et la motivation de nos doctorants qui en découle.

---

<sup>23</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=MUehRHC9UI0>



Monsieur Pascal LARZABAL  
Directeur du laboratoire SATIE –  
UMR8029  
ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
CACHAN  
bat. d'Alembert  
61 Av du président Wilson  
94235 CACHAN CEDEX

Cher Collègue,

Vous avez accepté de prendre à nouveau la direction du Laboratoire des Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie (SATIE) au 1<sup>er</sup> janvier 2015.

Le CNRS, l'ENS CACHAN, le CNAM, l'IFSTTAR, l'Université de CERGY-PONTOISE, l'Université Paris-Sud et l'ENS RENNES tiennent à vous en remercier vivement, tout en vous félicitant pour le travail accompli durant le quinquennal précédent.

Les tutelles du SATIE sont conscientes du sens du collectif et des responsabilités que réclame la fonction de Directeur d'unité.

Nous souhaitons donc, par ce courrier, vous encourager dans vos tâches en précisant avec vous les points qui nous semblent particulièrement importants dans le cadre de la conduite du SATIE, au regard notamment du rapport d'évaluation fait par l'AERES en novembre 2013.

- Vous veillerez à approfondir le positionnement international, national et régional du SATIE. Ceci se révèle indispensable pour la future insertion sur le plateau de Saclay, notamment pour ce qui concerne les thématiques relevant de la section 07 du Comité National de la Recherche Scientifique. L'évolution actuelle et future du SATIE doit lui permettre de jouer un rôle clef à l'interface des 61<sup>ème</sup> et 63<sup>ème</sup> sections CNU (section 07 et 08 du CoNRS) de la future Université de Saclay.

- Ainsi que noté par le comité AERES, vous veillerez également à ne pas perdre de cohérence entre toutes les implantations (Rennes, Cergy-Pontoise, Versailles-Satory, Paris, Orsay, Cachan et prochainement Plateau du Moulon) et les structures qui sont en place ou se mettent en place (collège de recherche Hubert Curien, Institut d'Alembert, Institut Farman, ...). Vous serez également attentif au rôle du SATIE dans les COMUEs en cours de construction.
- D'autre part, l'ouverture souhaitée vis-à-vis des Sciences Humaines et Sociales devra faire l'objet d'une réflexion approfondie afin d'apporter une vraie plus-value en termes de recherche.
- Enfin, le projet d'intégration de l'équipe ACCIS (Architectures, Contrôle, Communication, Images, Systèmes) de l'IEF devra rapidement être élaboré et présenté aux tutelles, en vue d'être effectif au 1<sup>er</sup> janvier 2016.

Nous tenons à vous répéter le soutien de nos établissements dans vos fonctions de Direction de l'UMR 8029 et nous restons disponibles pour poursuivre ensemble notre dialogue.

Nous vous prions de croire, cher collègue, en l'assurance de notre considération la meilleure.

Le

Monsieur Jean-Yves MARZIN  
Directeur de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS

Monsieur Pierre-Paul ZALIO  
Président de l'ENS CACHAN

Monsieur Olivier FARON  
Administrateur Général du CNAM

Madame Hélène JACQUOT-GUIMBAL  
Directrice de l'IFSTTAR

Monsieur François GERMINET  
Président de l'Université de Cergy-Pontoise

Monsieur Jacques BITTOUN  
Président de l'Université Paris-Sud

Monsieur Patrice QUINTON  
Président de l'ENS Rennes

## **Annexe 2 : Liste des plateformes**

1. LaserInnov, UCP
2. Cosmetomics#UCP,
3. Salles Blanches, ENS Cachan + ENS Rennes
4. Véhicule instrumenté et automatisé AMADEO (2013) DIGITEOLAB Paris Saclay.
5. Véhicule instrumenté et automatisé, véhicule ZOE électrique DIGITEOLAB Paris Saclay.
6. Motos Instrumentées pour la mesure du comportement des conducteurs (ER6 projet SIM2CO+ et CBF1000 projet DAMOTO).
7. Moto robotisée pour l'étude de la dynamique moto (APRILIA "ROBOTMOTO").
8. Simulateur dynamique moto pour l'étude du comportement des conducteurs "SIMACOM".
9. Plateforme de caractérisation, Biocapteurs et capteurs chimiques (Cnam)
10. Plateforme pile à combustible de Belfort (UTBM, FCLAB). Contribution au développement de moyens d'essais expérimentaux pour la caractérisation et le diagnostic d'une pile à combustible PEMFC.
11. Plateforme expérimentale (Projet ANR MEMPHIS) associant des outils d'acquisition des réponses électriques par un système d'acquisition haute tension et l'acquisition des réponses thermiques par une caméra thermique pour évaluer les réponses électrothermiques de composants électroniques de puissance.
12. Plateformes de mesures de pertes en haute fréquence et haute induction en champ tournant, conçue et développée au SATIE, et installée à l'INRIM de Turin.
13. Banc de mesures des propriétés magnéto-électriques des matériaux.
14. Plateformes Electronique de puissance : Intégration et CEM
15. Plateforme de caractérisation de matériaux magnétiques
16. Plateforme de vieillissement des composants
17. Plateforme instrumentée Energies renouvelables avec stockage. 2 kWc PV polycristallin, batterie Li-Ion 10 kWh, fonctionnement connecté réseau ou îloté. Est associée à cette plateforme une base de donnée Open Data en cours de finalisation (<http://sigma.ens-rennes.fr>) permettant de télécharger librement les séries temporelles des paramètres mesurés irradiances, températures, puissance échangée avec le stockage, puissance injectée au réseau, ...etc.
18. Emulateur matériel d'une chaîne électrique de houlogénérateurs directs avec système de lissage par supercapacités
19. Bancs expérimentaux machines-convertisseurs modulables et pilotables TR par système de prototypage dSPACE.
20. Plateformes numériques à base de FPGA SoC dédiées aux validations HIL (Hardware In the Loop)
21. Atelier de réalisation et de prototypage de 30m<sup>2</sup> et salle d'expérimentation pour tester les différents concepts et réalisation électromécaniques de 40m<sup>2</sup>
22. Salle d'expérimentation de bancs associés à des ensembles machines-convertisseur de quelques kW disposant d'instrumentation et de moyens de prototypage des lois de commande adaptés.
23. Plateforme de caractérisation CEM conduite – Cachan
24. Banc de cartographie en champs proches – Cachan
25. Equipement de métrologie et de caractérisation (VNA, Analyseur d'impédance, Récepteur CEM...)
26. Banc expérimental à base de pot vibrant et vibromètres pour des applications de récupération d'énergie piézoélectrique
27. Plateforme de vieillissement des composants
28. Plateforme pile à combustible de l'UTBM à Belfort (FCLAB)
29. Banc d'émulation de la chaîne électrique d'un houlogénérateur

## Annexe 3: Organigramme au 30 juin 2018



## ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche (On remplira ce document, destiné à l'évaluation du critère 1, pour l'ensemble de l'unité et pour chaque équipe.)

### CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2018-2019 VAGUE E

Nom de l'unité / de l'équipe / du thème : Composants et Systèmes pour l'Energie Electrique

Acronyme : CSEE

Responsable d'équipe /de thème pour le contrat en cours : François COSTA

Responsable d'équipe /de thème pour le contrat à venir : à désigner

On dressera la liste des produits de la recherche et des activités de recherche **en respectant les indications de nombre et de présentation données dans le dossier d'autoévaluation et après avoir consulté le(s) Guide(s) des produits et activités de recherche correspondant au(x) sous-domaine(s) disciplinaire(s) concerné(s)**. Ces Guides en cours de publication sont (ou seront bientôt) disponibles sur le site du Hcéres.

Lorsqu'une unité n'est pas concernée par un type de produit de la recherche, parce qu'elle n'en compte aucun dans ses réalisations ou qu'ils ne relèvent pas de son domaine de compétences, elle précise que cette rubrique est « sans objet » pour elle.

Dans le cas des unités pluri-équipes ou pluri-thèmes, lorsque des produits sont communs à plusieurs équipes / thèmes de l'unité, ils sont regroupés à part dans la rubrique concernée.

Dans le cas de publications cosignées par plusieurs personnes, la liste de tous les auteurs sera établie, excepté lorsque le nombre de co-auteur.e.s sera supérieur à la quinzaine (dans ce cas, tous les noms des membres de l'unité ou de l'équipe doivent apparaître à leur position dans la liste, avec des pointillés pour remplacer les noms des auteurs extérieurs). Les noms des membres de l'unité de recherche, de l'équipe interne ou du thème **seront soulignés dans la liste des co-auteur.e.s**.

Pour les personnels recrutés au cours des cinq dernières années, les produits et les activités réalisés dans leur unité de recherche d'origine seront mentionnés dans une liste séparée.

On rédigera cette annexe en complétant les rubriques ci-dessous, suivant le plan indiqué. Les parties du texte en italique seront supprimées dans le document rédigé.

**N.-B : l'unité doit néanmoins tenir à disposition du comité d'experts la liste complète de ses productions.**

## I- PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONCOURANT AU RAYONNEMENT ET A L'ATTRACTIVITE SCIENTIFIQUE

### 1- Journaux / Revues

**On dressera la liste des articles qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Articles scientifiques

- [1] Vourc'h, E., Wang, Y., Joubert, P.-Y., Revol, B., Couderette, A., & Cima, L. (2013). Neel Effect Toroidal Current Sensor. *IEEE Transactions on Magnetics*, 49(1), 81–84. <https://doi.org/10.1109/TMAG.2012.2222021>
- [2] Ben Said-Romdhane, M., Naouar, M. W., Slama-Belkhdja, I., & Monmasson, E. (2017). Robust Active Damping Methods for LCL Filter-Based Grid-Connected Converters. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 32(9), 6739–6750. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2016.2626290>
- [3] Riccio, M., D'Alessandro, V., Irace, A., Rostaing, G., Berkani, M., Lefebvre, S., & Dupuy, P. (2014). 3-D electrothermal simulation of active cycling on smart power MOSFETs during short-circuit and UIS conditions. *Microelectronics Reliability*, 54(9–10), 1845–1850. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2014.08.011>
- [4] Costa, F., Gautier, C., Revol, B., Genoulaz, J., & Demoulin, B. (2013). Modeling of the near-field electromagnetic radiation of power cables in automobiles or aeronautics. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(10), 4580–4593. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2012.2232310>
- [5] Manganiello, P., Ricco, M., Petrone, G., Monmasson, E., & Spagnuolo, G. (2014). Optimization of Perturbative PV MPPT Methods Through Online System Identification. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(12), 6812–6821. <https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2317143>
- [6] Haboubi, W., Takhedmit, H., Lan Sun Luk, J.-D., Adami, S.-E., Allard, B., Costa, F., ... Cirio, L. (2014). An Efficient Dual-Circularly Polarized Rectenna for RF Energy Harvesting in The 2.45 GHz ISM Band. *Progress In Electromagnetics Research*, 148, 31–39. <https://doi.org/10.2528/PIER14031103>
- [7] Chen, Y.-Y., Vasic, D., Costa, F., Lee, C.-K., & Wu, W.-J. (2013). Self-Powered Semi-Passive Piezoelectric Structural Damping Based on Zero Velocity Crossing Detection. *Smart Materials and Structures*, 22(2), 25029. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00811645>
- [8] PASCAL, Y., Amar, A., Labrousse, D., Petit, M., Lefebvre, S., & Costa, F. (2017). Using Laminated Metal Foam as the Top-Side Contact of a PCB-Embedded Power Die. *IEEE Electron Device Letters*. <https://doi.org/10.1109/LED.2017.2748223>
- [9] SABER, C., Labrousse, D., Revol, B., & Gascher, A. (2016). Challenges Facing PFC of a Single-Phase On-Board Charger for Electric Vehicles Based on a Current Source Active Rectifier Input Stage. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 31(9), 6192–6202. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2015.2500958>
- [10] Nguyen, T. A., Joubert, P.-Y., Lefebvre, S., Labrousse, D., & Bontemps, S. (2015). Estimating Current Distributions in Power Semiconductor Dies Under Aging Conditions: Bond Wire Liftoff and Aluminum Reconstruction. *IEEE Transactions on Components Packaging and Manufacturing Technology Part B*, 5(4), 483–495. <https://doi.org/10.1109/TCPMT.2015.2406576>
- [11] Wei, J., Lefebvre, E., Mathias, H., & Costa, F. (2016). Electrostatic Energy Harvesting Circuit with DC-DC Converter for Vibration Power Generation System. *Journal of Physics: Conference Series*, 773. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/773/1/012045>
- [12] Su, Y.-H., Liu, Y.-P., Vasic, D., Costa, F., Wu, W.-J., & Lee, C.-K. (2014). Design of Piezoelectric Transformer-Based DC/DC Converter to Improve Power by Using Heat Transfer Equipment. *International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics*, 46(4), 845–857. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01099859>
- [13] Lévy, P.-E., Gautier, C., Costa, F., Revol, B., & Labarre, C. (2013). Accurate Modeling of Radiated Electromagnetic Field by a Coil With a Toroidal Ferromagnetic Core. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 55(5). <https://doi.org/10.1109/TEM.2013.2243450>

- [14] Martinez, T., Pillonnet, G., & Costa, F. (2018). A 15 mV Inductorless Start-up Converter Using a Piezoelectric Transformer for Energy Harvesting Applications. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 33(3), 2241–2253. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2017.2690804>
- [15] Boucenna, N., Costa, F., Hlioui, S., & Revol, B. (2016). Strategy for Predictive Modeling of the Common-Mode Impedance of the Stator Coils in AC Machines. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 63(12), 7360–7371. <https://doi.org/10.1109/TIE.2016.2594052>
- [16] Landel, M., Gautier, C., Labrousse, D., & Lefebvre, S. (2016). Experimental study of the short-circuit robustness of 600V E-mode GaN transistors. *Microelectronics Reliability*, 64, 560–565. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2016.07.042>
- [17] Ali, M., Laboure, E., & Costa, F. (2014). Integrated Active Filter for Differential-Mode Noise Suppression. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 29(3), 1053–1057. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2013.2276396>
- [18] Hoffmann, L., Gautier, C., Lefebvre, S., & Costa, F. (2014). Optimization of the Driver of GaN Power Transistors Through Measurement of Their Thermal Behavior. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 29(5), 2359–2366. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2013.2277759>
- [19] Monmasson, E., Idkhajine, L., Marcian N, C., Bahri, I., Alin, T., & naouar Mohammed wissem. (2016). FPGAs in industrial control applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(2), 224–243. <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2123908>
- [20] O. De La Barrière, S. Hlioui, H. Ben Ahmed, M. Gabsi, and M. Lobue, "An Analytical Model for the Computation of No-Load Eddy-Current Losses in the Rotor of a Permanent Magnet Synchronous Machine," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 52, no. 6, pp. 1–13, 2013.
- [21] B. Gaussens, E. Hoang, O. De La Barrière, J. Saint Michel, M. Lécrivain, and M. Gabsi, "Magnetic Field Solution in Doubly-Slotted Airgap of Conventional and Alternate Field-Excited Switched-Flux Topologies," *IEEE Trans. Magn.*, p. X, 2013.
- [22] J. Boisson, F. Louf, J. Ojeda, X. Mininger, and M. Gabsi, "Low Computational-cost determination of Vibrational Behavior: Application to Five-phase Flux-Switching Permanent-Magnet Motor," *IEEE Trans. Magn.*, vol. PP, no. 99, p. 1, 2014.
- [23] M. Ruellan, T. T. Dang, L. Prevond, H. BEN AHMED, and B. Multon, "Sizing Optimization of Tubular Linear Induction Generator and Its Possible Application in High Acceleration Free-Piston Stirling Microcogeneration," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 51, no. 5, pp. 3716–3733, 2015.
- [24] J.-L. Duchaud, S. Hlioui, F. Louf, J. Ojeda, and M. Gabsi, "Modeling and Optimization of a Linear Actuator for a Two-Stage Valve Tappet in an Automotive Engine," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 64, no. 10, pp. 4441–4448, 2015.
- [25] P. Haessig, B. Multon, H. BEN AHMED, S. Lascaud, and P. Bondon, "Energy storage sizing for wind power: impact of the autocorrelation of day-ahead forecast errors," *Wind Energy*, vol. 18, no. 1, pp. 43–57, 2015.
- [26] T. Kovaltchouk, B. Multon, H. BEN AHMED, J. Aubry, and P. Venet, "Enhanced Aging Model for Supercapacitors taking into account Power Cycling: Application to the Sizing of an Energy Storage System in a Direct Wave Energy Converter," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 2405–2414.
- [27] E. Ben Sedrine, J. Ojeda, M. Gabsi, and I. Slama-Belkhodja, "Fault-Tolerant Control Using the GA Optimization Considering the Reluctance Torque of a Five-Phase Flux Switching Machine," *IEEE Trans. Energy Convers.*, vol. 30, no. 3, pp. 927–938, 2015.
- [28] Blavette, D. O'Sullivan, R. Alcorn, M. Egan, and A. Lewis, "Simplified estimation of the flicker level induced by wave energy farms," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 7, no. 3, 2016.
- [29] M. Ruellan, H. Park, and R. Bennacer, "Residential building energy demand and thermal comfort: Thermal dynamics of electrical appliances and their impact," *Energy Build.*, vol. 130, pp. 46–54, 2016.
- [30] T. Kovaltchouk, S. Armstrong, A. Blavette, H. BEN AHMED, and B. Multon, "Wave Farm Flicker Severity: Comparative Analysis and Solutions," *Renew. Energy*, vol. 91, pp. 32–39, 2016.
- [31] B. Gaussens, M. LECRIVAIN, E. Hoang, and M. Gabsi, "ELECTRIC MACHINE WITH FLUX SWITCHING WITH SIMPLE EXCITATION," WO2016EP62962 20160608, 2016.

- [32] Nasr, S. Hlioui, M. Gabsi, M. Mairie, and D. Lalevee, "Design Optimization of a Hybrid-Excited Flux-Switching Machine for Aircraft safe DC Power Generation using a Diode Bridge Rectifier," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, 2017.
- [33] T.-K. Hoang, L. Queval, C. Berriaud, V. Lionel, and L. Vido, "Design of a 20 MW fully superconducting wind turbine generator to minimize the levelized cost of energy," in *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2017, vol. PP, no. 99.
- [34] M. Desvaux, B. Multon, H. BEN AHMED, S. Sire, R. Le Goff Latimier, and B. Traullé, "Computation Time Analysis of the Magnetic Gear Analytical Model," *IEEE Trans. Magn.*, 2017.
- [35] wided ZINE et al., "Interests and limits of machine learning-based neural networks for rotor position estimation in EV traction drives," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, p. 1, 2017.
- [36] M. Almanza, A. Pasko, F. Mazaleyrat, and M. Lobue, "First vs second order magnetocaloric material for thermomagnetic energy conversion," *IEEE Trans. Magn.*, 2017.
- [37] O. De La Barrière, C. Ragusa, C. Appino, F. Fiorillo, M. Lobue, and F. MAZALEYRAT, "A computationally effective dynamic hysteresis model taking into account skin effect in magnetic laminations," *Phys. B+C*, vol. 435, pp. 80–83, 2014.
- [38] Aubert, V. Loyau, Y. PASCAL, F. Mazaleyrat, and M. LoBue, "Dynamic Magnetostriction of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> and Its Role in Magnetoelectric Composites," *Phys. Rev. Appl.*, vol. 9, no. 4, p. 44035, 2018.
- [39] O. De La Barrière, C. Appino, C. Ragusa, F. Fiorillo, F. Mazaleyrat, and M. Lobue, "High-frequency rotational losses in different Soft Magnetic Composites (SMC)," *J. Appl. Phys.*, p. 17A331-1-17A331-3, 2014.
- [40] Bartok, M. Kustov, L. F. Cohen, A. Pasko, K. Zehani, L. Bessais, F. Mazaleyrat, and M. LoBue, "Study of the first paramagnetic to ferromagnetic transition in as prepared samples of Mn-Fe-P-Si magnetocaloric compounds prepared by different synthesis routes," *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 400, pp. 333–338, 2016.
- [41] Pasko, F. Mazaleyrat, L. K. Varga, P. Stamenov, and J. M. D. Coey, "High-Field Magnetization Behavior of Mn-Al-C Alloys," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 50, pp. 1–4, 2014.
- [42] M. Almanza, L. Depreux, F. Parrain, and M. Lobue, "Electrostatically actuated thermal switch device for caloric film," *Appl. Phys. Lett.*, 2018.
- [43] V. Loyau, V. Morin, J. Fortineau, M. Lobue, and F. Mazaleyrat, "A method to decrease the harmonic distortion in Mn-Zn ferrite/PZT and Ni-Zn ferrite/PZT layered composite rings exhibiting high magnetoelectric effects," *J. Appl. Phys.*, vol. 118, p. 154101, 2015.
- [44] Pasko, M. Lobue, E. Fazakas, L. K. Varga, and F. Mazaleyrat, "Spark plasma sintering of Mn-Al-C hard magnets," *J. Phys. Condens. Matter*, vol. 26, no. 6, p. 64203, 2014.
- [45] B. Thollin, L. Dupont, Y. Avenas, J. C. Crebier, Z. Khatir and P. O. Jeannin, "Numerical and Experimental Evaluation of the Microsecond Pulsed Heating Curve Technique Dedicated to Die Interconnection Characterization", *IEEE Trans. on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, vol. 6, no. 6, pp. 835-845, June 2016.
- [46] N. Baker, L. Dupont, S. Munk-Nielsen, F. Iannuzzo and M. Liserre, "IR Camera Validation of IGBT Junction Temperature Measurement via Peak Gate Current", *IEEE Trans. on Power Electronics*, vol. 32, no. 4, pp. 3099-3111, April 2017.
- [47] M. OUHAB, Z. KHATIR, A. IBRAHIM, JP. OUSTEN, R. MITOVA, M-X. WANG, "New Analytical Model for Real-Time Junction Temperature Estimation of Multi-Chip Power Module Used in a Motor Drive", *IEEE Trans. on Power Electronics*, vol.33, n°6, pp.5292 – 5301, 2018
- [48] D. Benouioua, D. Candusso, F. Harel, P. Picard, X. François. "On the issue of the PEMFC operating fault identification: generic analysis tool based on voltage pointwise singularity strengths", *International Journal of Hydrogen Energy*, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.09.177>
- [49] N. Noguier, D. Candusso, R. Kouta, F. Harel, W. Charon, G. Coquery. "A PEMFC multi-physical model to evaluate the consequences of parameter uncertainty on the fuel cell performance", *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 40, n°10, pp 3968-3980. Mars 2015. Ed. Elsevier.
- [50] A. Ibrahim, J.P. Ousten, R. Lallemand, Z. Khatir, "Power Cycling Issues and Challenges of SiC-MOSFET Power Modules in High Temperature Conditions", *Microelectronics Reliability*, Vol.58, N°3, pp.204-210, 2016

- [51] K. ITANI, A. BERNARDINIS, Z. KHATIR, A. JAMMAL, "Comparative analysis of two hybrid energy storage systems used in a two front wheel driven electric vehicle during extreme start-up and regenerative braking operations", *Energy Conversion and Management*, Vol.144, pp.69-87, July 2017
- [52] K. Itani, A. Bernardinis, Z. Khatir, A. Jammal, "Comparison between two braking control methods integrating energy recovery for a two-wheel front driven electric vehicle", *Energy Conversion and Management*, Vol.122, pp. 330-343, 2016.

#### Articles de synthèse / revues bibliographiques

- [1] Y. Avenas, L. Dupont, N. Baker, H. Zara, F. Barruel, "Condition Monitoring: A Decade of Proposed Techniques", *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol.9, no.4, pp.22-36, 2015.
- [2] De Bernardinis, "Synthesis on power electronics for large fuel cells: From power conditioning to potentiodynamic analysis technique", *Energy Conversion and Management*, Vol. 84, August 2014, pp.174-185
- [3] A.Kolli, A.Gaillard, A.De Bernardinis, O.Béthoux, D.Hissel, Z.Khatir, "A Review on Power Converter Interfaces for Multi – Stack PEM Fuel Cell Architectures", *Energy Conversion and Management*, Vol. 105, (2015), pp. 716-730

#### Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)

- [1] F. Mazaleyrat, "TRENDS AND CHALLENGES IN SOFT MAGNETS FOR HIGHER FREQUENCY APPLICATIONS," in CS MAG, Czech and Slovak Conference on Magnetism, 2013.
- [2] M. Tyrman, A. Pasko, L. Perrière, V. H. Etgens, O. Isnard, and F. Mazaleyrat, "Effect of carbon on magnetic order in Mn-Al-C alloys," in 8th Joint European Magnetic Symposia (JEMS 2016), 2016.
- [3] T. T. LE, Z. Valdez-Nava, T. Lebey, and F. MAZALEYRAT, "Elaboration de ferrites Ni-Zn-Cu pour l'intégration en électronique de puissance," in Symposium de Génie Électrique 2014, 2014.
- [4] O. HAMRIT, F. MAZALEYRAT, M. Lobue, O. DE LA BARRIERE, and M. LECRIVAIN, "Comparaison des systèmes de mesure et influence de la direction de laminage sur les pertes magnétiques et sur la courbe anhystérétique," in Symposium de Génie Électrique 2014, 2014.
- [5] M. Lobue and M. Almanza, "Finite-time thermodynamics of thermomagnetic generation ," in Danish Days on Caloric Materials and Devices, 2017.
- [6] Bartok, M. Küpferling, C. Curcio, V. Basso, K. Zehani, A. Pasko, L. Bessais, F. Mazaleyrat, and M. Lobue, "Influence of particle size on the magnetocaloric properties of Mn<sub>1.30</sub>Fe<sub>0.65</sub>P<sub>0.5</sub>Si<sub>0.5</sub> powders. ," in 7th International Conference on Magnetic Refrigeration at Room Temperature (Thermag VII). Turin, Italy, September 11-14, 2016., 2016.
- [7] Bernard Multon, Stéphane Lefebvre, Nicolas Rouger, « Commande des composants à semi-conducteurs de puissance : contexte », *Techniques de l'ingénieur*, 2017
- [8] D. Labrousse, G. Feld, B. Revol, « Principe de fonctionnement et commande de type pleine onde d'un convertisseur MMC (Multilevel Modular Converter) », *La Revue 3 EI*, no. 72, pp. 21–26, 2013.
- [9] L. Dupont, Y. Avenas, P. E. Vidal, "Évaluation de la température des composants actifs de puissance", *Techniques de l'Ingénieur*, 2010, D3114.

## 2- Ouvrages

**On dressera la liste des ouvrages qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

- [1] Electromagnetic Compatibility in Power Electronics  
Authors : F. Costa, C. Gautier, E. Labouré, B. Revol;
- [2] Wiley-Iste. ISBN 978-1-84821-504-7
- [3] La compatibilité électromagnétique en électronique de puissance  
Auteurs : F. Costa, C. Gautier, E. Labouré, B. Revol
- [4] Hermes-Lavoisier. ISBN 978-2-7462-4575-4
- [5] EPE Journal, vol. 27, septembre 2017, H. Ben Ahmed, S. Lefevbre,
- [6] H. Ben Ahmed, Guest-Editor de EJEE, N° spécial « Electrical Engineering Symposium 2014, VOL 17/5-6 - 2014

### Chapitres d'ouvrage

- [1] Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control
- [2] Chapter 7, B. Revol- Electromagnetic Compatibility of Variable Speed Drives : Impact of PWM Control Strategies. Wiley-Iste. ISBN 978-1-84821-195-7
- [3] M. MERAI, M. W. NAOUAR, E. MONMASSON, I. SLAMA-BELKHODJA, "Commande numérique des convertisseurs d'électronique de puissance." Technique de l'Ingénieur, traité de Génie Electrique, n° D2903, mars 2015.
- [4] M. W. NAOUAR, E. MONMASSON, "FPGA-based controllers for direct sliding mode control of PWM boost rectifiers", Chapter 6, "Control circuits in power electronics: practical issues in design and implementation", IET Editor, edited by Miguel Castilla, May 2016.
- [5] F. Mazaleyrat. Handbook of Magnetism and Magnetic Materials, chapter Soft magnetic materials, page (à paraître) J.M.D. Coey and S.S.P. Parkin eds. Elsevier, 2018.
- [6] Ó. LUCÍA, E. MONMASSON, D. NAVARRO, L. A. BARRAGÁN, I. URRIZA AND J. I. ARTIGAS, Chapter 29 - Modern Control Architectures and Implementation, In Control of Power Electronic Converters and Systems, edited by Frede Blaabjerg., Academic Press, 2018, Pages 477-502, ISBN 9780128161364, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816136-4.00030-0>.
- [7] Costa, F., Gautier, C., Labouré, E., & Revol, B. (2014). Electromagnetic Compatibility in Power Electronics. (ISTE & WILEY, Eds.). Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01686638>
- [8] M. W. NAOUAR, E. MONMASSON, "FPGA-based controllers for direct sliding mode control of PWM boost rectifiers", Chapter 6, "Control circuits in power electronics: practical issues in design and implementation", IET Editor, edited by Miguel Castilla, May 2016.

### 3- Colloques / congrès, séminaires de recherche

**On dressera la liste de ces produits qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Articles publiés dans des actes de colloques / congrès

- [1] Gnimdu DADANEMA, Costa, F., Avenas, Y., Schanen, J.-L., & Vollaie, C. (2016). Analytical Losses Model for SiC semiconductors dedicated to optimization operations. In Power conversion and Intelligent Motion (p. CD). Nuremberg, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01387607>
- [2] SABER, C., Labrousse, D., Revol, B., & Gascher, A. (2016). Correction du facteur de puissance d'un chargeur de batteries intégré aux véhicules électriques. In Symposium de Genie Electrique. Grenoble, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01361715>

- [3] Chen, C., Labrousse, D., Lefebvre, S., Petit, M., Buttay, C., & Morel, H. (2015). Robustness of SiC MOSFETs in short-circuit mode. In International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management (PCIM 2015). Nuremberg, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01196528>
- [4] Manganiello, P., Ricco, M., Monmasson, E., Petrone, G., & Spagnuolo, G. (2013). On-line optimization of the P&O MPPT method by means of the system identification. In IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Vienna, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IECON.2013.6699402>
- [5] Bolgova, V., Lefebvre, S., Hlioui, S., Boucenna, N., Costa, F., & Leonov, A. (2017). Development of testing methods for winding turn-to-turn insulation of low voltage motors fed by PWM converters. In 19th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'17 ECCE Europe). Warsaw, Poland. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01657565>
- [6] Boucenna, N., Costa, F., Revol, B., & Hlioui, S. (2016). Qualification des couplages capacitifs dans les machines électriques pour la CEM. In CEM, 18ème édition. Rennes, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01657593>
- [7] Khoury, J., Mbayed, R., Salloum, G., & Monmasson, E. (2015). Comparison of the water heating technique's impact on the sizing of a standalone PV-battery backup system assisting an intermittent primary energy source. In IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Yokohama, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IECON.2015.7392206>
- [8] Martinez, T., Pillonnet, G., & Costa, F. (2016). A 12 mV start-up converter using piezoelectric transformer for energy harvesting applications. In PowerMEMS 2016. Paris, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01735597>
- [9] Vasic, D., Liu, Y.-P., Costa, F., & Schwander, D. (2013). Piezoelectric Transformer-based DC/DC Converter with improved Burst-Mode Control. In ECCE 2013, IEEE Energy Conversion Congress and Expo (p. ). Denver, United States. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00862663>
- [10] Martinez, T., Pillonnet, G., Vasic, D., & Costa, F. (2017). Study and Modeling of a Traveling Wave Piezoelectric Transformer. In PowerMEMS 2017. Tokyo, Japan. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01681261>
- [11] Mon, J., Gonzalez, D., Ferrer-Arnau, L., Labrousse, D., & Costa, F. (2013). Effects of non idealities in switching frequency modulation techniques: Application to coupled interleaved multicellular parallel converters. In 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE). Lille, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01735855>
- [12] Berkani, M., Lefebvre, S., Rostaing, G., Riccio, M., Ruffilli, R., & Dupuy, P. (2016). Surface analysis of smart power top metal: IR thermal measurement and source potential mapping. In International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD), 2016 28th. Prague, Czech Republic: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISPSD.2016.7520861>
- [13] Vasic, D., & Costa, F. (2014). Energy Recovery Power Supply for Piezoelectric Actuator. In IECON 2014. Dallas, United States. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01697582>
- [14] Ouddah, N., Boukhnifer, M., Chaïbet, A., & Monmasson, E. (2014). Robust controller designs of switched reluctance motor for electrical vehicle. In 2014 22nd Mediterranean Conference of Control and Automation (MED). Palermo, Italy: IEEE. <https://doi.org/10.1109/MED.2014.6961373>
- [15] Hérault, G., Labrousse, D., Mercier, A., & Lefebvre, S. (2016). PCB integration of a magnetic component dedicated to a power factor corrector converter. In PCIM. Nuremberg, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01700461>
- [16] Vasic, D., Shih, Y. S., Hsieh, Y.-C., & Wu, W.-J. (2016). Implementing Micro Piezoelectric Synchronized Switched Harvesting with Reed Switch. In ICAST 2016. Lake George, United States. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01697577>
- [17] Rostaing, G., Berkani, M., Lefebvre, S., Khatir, Z., & Dupuy, P. (2013). Reliability of power MOSFET-based smart switches under normal and extreme conditions for 24 V battery system applications. In ESREF. Arcachon, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01700479>
- [18] Saber, C., Revol, B., Labrousse, D., & Gascher, A. (2017). A combined CM & DM conducted EMI modeling approach: Application to a non-isolated on-board single-phase charger for electric vehicles. In 2017 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE). Angers, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMCEurope.2017.8094616>

- [19] Dadanema, G., Delhommais, M., Costa, F., Schanen, J., Avenas, Y., & Voltaire, C. (2017). Analytical model for SiC based power converter optimization including EMC and thermal constraints. In 2017 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE). Angers, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMCEurope.2017.8094757>
- [20] LIU, X., Costa, F., Revol, B., & Gautier, C. (2016). EMI investigation in a GaN HEMT power module. In PCIM Europe 2016; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management. Nuremberg, Germany. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01686558>
- [21] Chen, Y., & Vasic, D. (2015). Interfacing Circuit for two Galloping-based for two Galloping-based Piezoelectric Energy Harvester. In IECON 2015. Yokohama, Japan. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01697547>
- [22] Saber, C., Labrousse, D., Revol, B., & Gascher, A. (2016). AMELIORATION DES EMISSIONS DE COURANT HARMONIQUE D'UN CHARGEUR DE BATTERIES INTEGRE AUX VEHICULES ELECTRIQUES. In 8 ème Colloque International et Exposition sur la Compatibilité ÉlectroMagnétique (CEM 2016). Rennes, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01633394>
- [23] LANDEL, M., Lefebvre, S., Labrousse, D., Gautier, C., ZAKI, F., & Khatir, Z. (2017). Dispersion of electrical characteristics and short-circuit robustness of 600V E-mode GaN transistors. In PCIM Europe 2017, (p. pp.1--9). Nuremberg, Germany: Springer Verlag. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01671585>
- [24] Lévy, P.-E., Costa, F., Gautier, C., & Revol, B. (2014). Analytical calculation of the magnetic field radiated by A CM coil using conformal mapping methods. In 2014 International Symposium on Electromagnetic Compatibility - EMC EUROPE. Gothenburg, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EMCEurope.2014.6930911>
- [25] Ricco, M., Manganiello, P., Petrone, G., Monmasson, E., & Spagnuolo, G. (2014). FPGA-based implementation of an adaptive P&O MPPT controller for PV applications. In 2014 IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). Istanbul, France: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISIE.2014.6864901>
- [26] Boucenna, N., Hlioui, S., Revol, B., & Costa, F. (2013). A detailed analysis of the propagation paths of high- frequency common mode currents in AC motors. In 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE 2013)). Lille, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01657583>
- [27] J. Khoury, N. Patin, E. Monmasson, G. Salloum, and L. Idkhajine, "FPGA-based emulation system dedicated to the test of specific PWM strategies for automotive VSI inverter," in 2013 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), 2013.
- [28] T. Kovaltchouk, J. Aubry, B. Multon, and H. Ben Ahmed, "Influence of IGBT Current Rating on the Thermal Cycling Lifetime of a Power Electronic Active Rectifier in a Direct Wave Energy Converter," in Power Electronics and Applications (EPE), 2013 15th European Conference on Power Electronics and Applications, 2013, p. pp.1,10.
- [29] R. Cousseau, N. Patin, E. Monmasson, and L. Idkhajine, "A methodology for studying aluminum electrolytic capacitors wear-out in automotive cases," in 2013 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE), 2013.
- [30] S. Begot et al., "Modélisation couplée thermique électrique d'un cogénérateur," in Société Française de Thermique, 2013.
- [31] E. Ben Sedrine, J. Ojeda, M. Gabsi, and I. Slama-Belkhodja, "Reference currents reconfiguration of a five-phase flux switching machine to improve the operation under short-circuit phase faults," in Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2014), 7th IET International Conference on, 2014.
- [32] J. Boisson, F. Louf, O. Javier, M. Xavier, and M. Gabsi, "Optimisation Géométrique d'une Machine à Commutation de Flux à Aimants Permanents en utilisant un Modèle Analytique Magnéto-Acoustique," in Symposium de Génie Électrique, 2014.
- [33] J.-L. Duchaud, S. Hlioui, F. Louf, and M. Gabsi, "Electrical machine optimization using a kriging predictor," in 17th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2014.
- [34] S. Parrang, J. Ojeda, S. Khelladi, and M. Gabsi, "Aeroacoustic noise prediction for SRM," in 7th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2014), 2014, p. 293.

- [35] H. Bouker, V. Lionel, and H. Ben Ahmed, "Optimal sizing of a high-speed PM machine for embedded applications," in ELECTRIMACS, 2014.
- [36] Y. Thiaux, T. T. Dang, B. Multon, H. Ben Ahmed, S. Bacha, and T. Tran Quoc, "Demand side management in PV/Diesel stand-alone system with real-time Monte Carlo simulation of the consumer electrical behaviour," in IEEE International Conference on Industrial Technology, 2015.
- [37] L. Queval, L. Vido, A. Coty, and B. Multon, "Photovoltaic motors review, comparison and switched reluctance motor prototype," in 2015 Tenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), 2015.
- [38] P. Haessig, H. BEN AHMED, and B. Multon, "Energy Storage Control with Aging Limitation," in PowerTech 2015, 2015.
- [39] R. Le Goff Latimier, B. Multon, H. Ben Ahmed, F. Baraer, and M. Acquitter, "Stochastic optimization of an Electric Vehicle Fleet Charging with Uncertain Photovoltaic Production," in 4th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA 2015), 2015, pp. 721–726.
- [40] M. Desvaux, R. Le Goff Latimier, H. BEN AHMED, B. Multon, and S. Sire, "Modélisation des pertes dans les aimants d'un multiplicateur magnétique pour l'éolien," in Symposium de Génie Électrique, 2016.
- [41] J. CUENOT et al., "Flatness based control of a high-speed saturable permanent magnet synchronous machine," in 2016 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC), 2016.
- [42] M. Desvaux, B. Multon, S. Sire, and H. Ben Ahmed, "Analytical iron loss model for the optimization of magnetic gear," in IEEE International Electric Machines and Drives Conference (IEMDC), 2017, 2017, pp. 1–8.
- [43] Blavette et al., "Influence of the wave dispersion phenomenon on the flicker generated by a wave farm," in European Wave and Tidal Energy Conference (EWTEC), 2017.
- [44] T.-K. Hoang, L. Vido, F. Gillon, and M. Gabsi, "Thermal analysis of a double excitation synchronous machine," in Electrimsacs, 2017, vol. 2017.
- [45] M. Tebib, L. Prevond, T. Baudin, M. Contrastin, and K. Verstraete, "Aluarmé : matériau architecturé Aluminium / Fer," in Congrès SIA, Multifmatériaux pour l'allègement, 2017.
- [46] M. Desvaux, B. Multon, H. BEN AHMED, and S. Sire, "Supporting the laminated ferromagnetic pole pieces in a magnetic gear: a structure behaviour analysis from a multibody model," in Multibody Mechatronic Systems, vol. 54, no. 1, R. S. H. S. João Carlos Mendes Carvalho Daniel Martins, Ed. Springer, 2017, pp. 85–94.
- [47] N. Lanciotti, J. Ojeda, M. Gabsi, and T. Boukhobza, "Open-phase fault detection using vibrations in five-phase flux switching machine," in 18th International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, ISEF 2017, 2017.
- [48] S. Le Ballois and L. Vido, "A Simple Method for Optimal Control of PMSM with Loss Minimization Including Copper Loss and Iron Loss," in Twelfth International Conference on Ecological Vehicles&Renewable Energies EVER'2017, 2017.
- [49] Nasr, S. Hlioui, M. Gabsi, M. Mairie, and D. Lalevee, "Experimental investigation of a Doubly-Excited Flux-Switching Machine for Aircraft DC Power Generation," in IEEE International Electric Machines & Drives Conference, 2017.
- [50] L. Dupont, Y. Avenas, "Evaluation of Thermo-Sensitive Electrical Parameters Based on the Forward Voltage for On-line Chip Temperature Measurements of IGBT Devices", ECCE IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, Sept. 2014, Pittsburgh, PA, USA,
- [51] B. E. B. Bidouche, Y. Avenas, M. Essakili and L. Dupont, "Thermal characterization of an IGBT power module with on-die temperature sensors", 2017 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Tampa, FL, 2017, pp. 2317-2322.
- [52] S. H. Tran, L. Dupont, Z. Khatir, "Evaluation of multi-void and drain metallization thickness effects on the electro thermal behavior of Si MOSFET under forward bias conditions", 19th European Conference on Power Electronics and Applications – EPE'17, 11-14 Sept 2017, Warsaw, Poland.
- [53] R.Yahyaoui, A.Gaillard, A.De Bernardinis, D.Hissel, Signal processing-based switch fault detection methods for multi-phase interleaved boost converter, VPPC'2017, UTBM, Belfort, 11-14 December 2017;
- [54] A.De Bernardinis, A. Kolli, R. Lallemand, High Efficiency Silicon Carbide DC-AC Inverter for EV-Charging Flywheel System, IEEE ITEC 2017, 22-24 June 2017 Chicago

- [55] K. Itani, A. De Bernardinis, Z.Khatir, A.Jammal, Energy Management of a Battery-Flywheel Storage System used for Regenerative Braking Recuperation of an Electric Vehicle, IEEE IECON 2016, Florence, Italie, 24-27 octobre 2016
- [56] S. El Oualid, R. Lachat, D. Candusso, Y. Meyer, "Experimental process to measure the electrical contact resistance of Gas Diffusion Layers under mechanical static compressive loads", AEM2016. Intern. conference on Advanced Energy Materials. University of Surrey, Angleterre. 12-14 septembre 2016
- [57] D. Benouioua, D. Candusso, F. Harel, L. Oukhellou. Multifractal analysis of stack voltage based on wavelet leaders: a new tool for the on-line diagnosis of PEMFC. Fundamentals and Developments of Fuel Cells Conference (FDFC). Toulouse. 3 - 5 février 2015
- [58] D. Benouioua - Ait Aouit, D. Candusso, F. Harel, L. Oukhellou. Singularity analysis of voltage signals for PEM fuel cell diagnosis. Fundamentals and Developments of Fuel Cells Conference (FDFC), avril 2013. Karlsruhe
- [59] T. Kociniewski, Z. Khatir, "Mechanical and Thermal Stresses Characterization Maps on Cross-sections of Forward Biased Electronic Power Devices", IEEE International Reliability Physics Symposium, Monterey, USA, Apr. 2015.
- [60] S.H. Tran, L. Dupont, Z. Khatir, "Solder void position and size effects on electro thermal behaviour of MOSFET transistors in forward bias conditions", 25th European Symposium, on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis, Sept. 2014, Berlin, Germany.
- [61] T. Kociniewski, Z. Khatir, "Temperature and strain mappings over forward biased power IGBT cross-section area by  $\mu$ -Raman spectroscopy", 15th Europ. Conf. on Power Applications, ECCE Europe, Sept. 2015.

#### Éditions d'actes de colloques / congrès

- Actes Symposium Génie Electrique 2014,
- Actes colloque CEM 2018,
- 7th International Conference on Magnetic Refrigeration at Room Temperature (Thermag VII) Proceedings: Turin, Italy, September 11-14,
- Actes ELECTRIMACS 2015 et 2017

#### Autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche

##### Journées scientifiques

- Hamid Ben Ahmed, « Energies Marines Renouvelables : L'houlogénération », Journée du groupe thématique transverse AUM (Activités Universitaires en Mécanique de l'Association Française de Mécanique AFM), 27-29 Août 2014, ENS Cachan.
- Hamid Ben Ahmed, « Optimisation sur cycle de vie du dimensionnement et de la gestion d'énergie des systèmes électriques à haute variabilité », Journée « Recherche Energie en Bretagne », 14 avril 2014, ENS Rennes.
- Christophe ESPANET et Hamid BEN AHMED, « Modélisation / Optimisation », présentation effectuée en introduction de l'atelier « Modélisation » que nous animons lors des journées du GDR SEEDS, Saint-Nazaire, 6 juin 2013
- Hamid BEN AHMED, présentations régulières des activités de recherche du groupe SETE devant les industriels. Les deux dernières en date concernent des présentations devant les membres du conseil scientifique de la société Sonceboz le 3 juin 2015 à Cachan et devant la direction scientifique de Airbus le 23 janvier 2016 à Cachan.
- Hamid BEN AHMED, présentation de nos activités de recherche autour de la houlogénération, GDR EMR, Journée Hydrolien, 28 mars 2017, Caen (journée organisée par H. Gualous)
- Journée thématique « Réduction de modèles » organisée par le socle M&M du GDR SEEDS et le Groupe Thématique GT1 « Modélisation des phénomènes de diffraction et de propagation des ondes électromagnétiques et acoustiques », 10 juin 2013, ENS Cachan, co-organisée avec Lionel Pichon (LGEP)
- Journée « Recherche Energie en Bretagne », 14 avril 2014, ENS Rennes, co-organisée avec B. Multon et Hervé Guéguen (CentraleSupélec)

- Journée thématique « Outils et formalismes pour la modélisation, la simulation et la conception système », organisée par le socle M&M du GDR SEEDS, 23 janvier 2014, INSA Lyon, co-organisée avec B. Allard, (AMPERE), C. Espanet (FEMTO-ST), L. Gerbaud (G2ELAB)
- Journée thématique « Modélisation analytique en électromagnétisme » organisée par le socle M&M du GDR SEEDS, 27 mars 2015, ENS Cachan, co-organisée avec Y. Amara et G. Barakat (GREAH)
- Animation de l'atelier « Modélisation », journées du GDR SEEDS, Saint Nazaire, 6 juin 2013

#### 4- Organisation de colloques / congrès

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

- Contribution à l'école d'été "Summer School FCLAB" à Belfort. Juillet 2015. Denis Candusso, Chairman de la session dédiée à la présentation du projet européen MOBYPOST.
- Participation à l'organisation et animation des journées ISP3D à Toulouse en 2016 (80 participants sur 2 jours), L. Dupont,
- Organisation de Sessions spéciales dans les conférences internationales suivantes, A. De Bernardinis :
  - o FDFC 2015 à Toulouse : *Power converters solutions for fuel cells hybrid systems*.
  - o « Smart-grids » à PCIM Europe 2017.
  - o IEEE IECON 2015 à Yokohama, Japon: *Optimized real-time control strategies of power electronics for embedded hybrid energy systems*.
- organisation du 1er Symposium de Génie Electrique regroupant les conférences EF, EPF et MGE en 2014 à Cachan, H. Ben Ahmed, S. Lefebvre, F. Mazaleyrat.
- L. Prévond, Tous les ans début février, au CNAM Paris, co organisation (avec SFT, ATEE, GRDF, CNRS et le Cnam) des journées micro cogénération en France (30 personnes en 2007 et désormais 100 à 130 inscriptions / an), <http://events.femto-st.fr/Journees-Cogeneration/journee-2018>
- JOURNEES ANNUELLES DE LA SF2M 2015 – Matériaux Caloriques 26 - 28 Octobre 2015, à Chimie ParisTech PARIS, M. LoBue
- En 2014, à Tunis, création de la conférence internationale en sciences et technologies électrique au Maghreb (CISTEM) (présidence : Mohamed GABSI)
- 2016, organisation de la deuxième édition de CISTEM à Marrakech (présidence : Mohamed GABSI)
- Depuis 2012, organisation d'une session spéciale sur les machines électriques non conventionnelles dans la conférence internationale ICEM (2012 – 2014 - 2016 et 2018)
- Responsable du GT « Machines non conventionnelles » du GdR Seeds.
- EWTEC : director track, Anne Blavette,
- organisation des JEEA 2017 à l'université de Cergy-Pontoise <https://jeea2017.sciencesconf.org/> , Lahoucine Ikhajine, Responsable et
- Organisation du colloque sur la compatibilité électromagnétique CEM 2018 au CNAM, F. Costa & al. 2018,
- 

#### 5- Produits et outils informatiques

La liste de ces produits de la recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

##### Logiciels

- Contribution (Denis Candusso) au développement du Programme calculateur principal véhicule Mobypost. UTBM – IFSTTAR. Programme développé dans le cadre du projet européen MOBYPOST. Certificat délivré par l'Agence pour la Protection des Programmes (APP). Septembre 2013. IDDN.FR.001.440020.000.S.P.2013.000.30805.
- Logiciel de détermination des impédances HF d'une machine électrique à partir de sa géométrie pour la caractérisation CEM, travail de post-doctorat de Nidhal Boucenna financé et transféré à SAGEM, 2016.
- Plateforme Open Data Energies renouvelables SIGMA : [sigma.ens-rennes.fr](http://sigma.ens-rennes.fr) sur les mesures 10s et données d'une centrale de production et de stockage d'énergies d'origine renouvelable,
- Logiciel d'extraction automatique de paramètres pour des modèles de semi-conducteurs au SiC.

## Bases de données

## Outils d'aide à la décision

## Outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs

## 6- Développements instrumentaux et méthodologiques

La liste de ces produits et activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### Prototypes et démonstrateurs

- Réalisation d'un banc de vieillissement de modules et composants semiconducteurs par cyclage actif en mode PWM ;
- Réalisation d'un banc de caractérisation électro-thermique de composants semiconducteurs ;
- Réalisation d'un banc de caractérisation d'impédance thermique « microseconde » ;
- Contribution au dimensionnement de la chaîne de traction électrique à pile à combustible et batteries des 10 quadricycles hydrogène destinés à la distribution postale sur deux sites en Franche-Comté (projet EU MOBYPOST, projet EU FP7 de la JTI FCH-JU ; grant 256834. Période : 2011 – 2015. <http://mobypost-project.eu/>).
- Prototype de convertisseur DC/AC triphasé en carbure de silicium à haut rendement et fiabilité renforcée pour l'application stockage ou énergie renouvelable.
- Banc moteur synchrone à aimants permanents (17kW, 6000 tr/mn) modulable et pilotable temps réel représentatif de système de propulsion véhicule et récupération d'énergie de freinage.
- Banc de caractérisation des pertes dans les composants SiC par méthode calorimétrique et électrique) (Thèse C. Cheng)
- Maquette réduite d'un chargeur de batterie de type Caméléon en composants SiC (thèse C. Saber)
- PFC intégré PCB à base de composants GaN (thèse G. Hérault)
- Convertisseur entrelacé haute fréquence à base de commutateurs GaN et de transformateurs monolithiques réalisé par un procédé breveté par SATIE.
- Banc de caractérisation thermique d'assemblages PCB (Thèse S. Zhang)
- Banc de mesures en champs proches pour l'électronique de puissance (Thèse P.-E. Levy)
- Banc pour études de décharges partielles sous fort dV/dt, développé par le SATIE (groupe EPI) pour l'université polytechnique de Tomsk dans le cadre de la thèse en co-tutelle de V. Bolgova.
- Réalisation d'un prototype pour la génération avionique à l'échelle 1/4.

- Réalisation d'un prototype de chaîne indirecte de conversion intégrant un multiplicateur magnétique,
- Réalisation d'un émulateur de chaîne de conversion et de lissage de houlégénérateurs directs
- Banc expérimental dédié à l'entraînement électromécanique à base de machine synchrone à rotor bobiné,
- Banc expérimental dédié à l'entraînement électromécanique à base de deux MASAP couplées,
- Banc expérimental à base de redresseur MLI et machine asynchrone DFIG pour applications réseau,
- Plateformes numériques à base de FPGA SoC dédiées aux validations HIL (Hardware In the Loop),
- 2 démonstrateurs d'actionneurs linéaires asynchrones tubulaires montés têtes bêtes pour co-générateur à moteur Stirling,
- 

#### Plateformes et observatoires

- Plateforme pile à combustible de Belfort (UTBM, FCLAB). Contribution au développement de moyens d'essais expérimentaux pour la caractérisation et le diagnostic d'une pile à combustible PEMFC.
- Plateforme expérimentale (Projet ANR MEMPHIS) associant des outils d'acquisition des réponses électriques par un système d'acquisition haute tension et l'acquisition des réponses thermiques par une caméra thermique pour évaluer les réponses électrothermiques de composants électroniques de puissance.
- Plateformes de mesures de pertes en haute fréquence et haute induction en champ tournant, conçue et développée au SATIE, et installée à l'INRIM de Turin.
- Banc de mesures des propriétés magnéto-électriques des matériaux.
- Plateformes Electronique de puissance : Intégration et CEM
- Plateforme de caractérisation de matériaux magnétiques
- Plateforme de vieillissement des composants
- Plateforme instrumentée Energies renouvelables avec stockage. 2 kWc PV polycristallin, batterie Li-Ion 10 kWh, fonctionnement connecté réseau ou îloté. Est associée à cette plateforme une base de donnée Open Data en cours de finalisation (<http://sigma.ens-rennes.fr>) permettant de télécharger librement les séries temporelles des paramètres mesurés irradiances, températures, puissance échangée avec le stockage, puissance injectée au réseau, ...etc.
- Emulateur matériel d'une chaîne électrique de houlégénérateurs directs avec système de lissage par supercapacités
- Bancs expérimentaux machines-convertisseurs modulables et pilotables TR par système de prototypage dSPACE.
- Plateformes numériques à base de FPGA SoC dédiées aux validations HIL (Hardware In the Loop)
- Atelier de réalisation et de prototypage de 30m2 et salle d'expérimentation pour tester les différents concepts et réalisation électromécaniques de 40m2
- Salle d'expérimentation de bancs associés à des ensembles machines-convertisseur de quelques kW disposant d'instrumentation et de moyens de prototypage des lois de commande adaptés.
- Plateforme de caractérisation CEM conduite – Groupe EPI / Cachan

- Banc de cartographie en champs proches – Groupe EPI / Cachan
- Equipement de métrologie et de caractérisation (VNA, Analyseur d'impédance, Récepteur CEM...)
- Banc expérimental à base de pot vibrant et vibromètres pour des applications de récupération d'énergie piézoélectrique
- Plateforme de vieillissement des composants
- Plateforme pile à combustible de l'UTBM à Belfort (FCLAB)
- Banc d'émulation de la chaîne électrique d'un houlogénérateur
- 

## 7- Autres produits propres à une discipline

### Films

- A. De Bernardinis : vidéo/interview « Focus Recherche » IFSTTAR : Recharger son véhicule électrique grâce au volant d'inertie - VF english subtitles (lien sur internet Youtube) : <https://youtu.be/6DU7NzEFRdo>

## 8- Activités éditoriales

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

### Eric Monmasson

- Associate Editor de la revue IEEE Transactions on Industrial Electronics (2007 - present)
- Associate Editor de la revue IEEE Transactions on Industrial Informatics (2012 - present)
- Associate Editor de la revue Elsevier, Transactions IMACS Mathematics and Computers in Simulation, MATCOM (2013 - present)
- Associate Editor de la revue IET Power Electronics (2015 - present)

### François Costa

- Associate Editor de la revue IEEE Transactions on Power Electronics (2010 - present)
- conseiller éditorial pour les éditions 'Les techniques de l'ingénieur'

### M. Gabsi

- Membre du comité éditorial de la revue : Oil & Gas Science and Technology – Revue d'IFP Energies nouvelles (OGST), 2018.

### H. Ben Ahmed

- Guest-Editor de EJEE, N° spécial « ELECTRICAL ENGINEERING SYMPOSIUM 2014, VOL 17/5-6 – 2014
- Membre du comité de rédaction de la revue 3EI depuis 2006,

### M. LoBue

- Éditeur associé pour un numéro de IEEE Transaction on Magnetism (vol 50 n. 4).

### F. Mazaleyrat

- Conseiller éditorial pour les Techniques de l'ingénieur

### Direction de collections et de séries

**B. Multon :**

- ISTE Electrical Engineering <http://www.iste.co.uk/ISTEcat.pdf>

**9- Activités d'évaluation**

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

**D. Candusso :**

- Référé et relecteur pour les revues internationales "International Journal of Hydrogen Energy" (Elsevier), "Journal of Power Sources" (Elsevier), "Fuel Cells" (Wiley), "Applied Energy" (Elsevier), "Energy Conversion and Management" (Elsevier), "IEEE Transactions on Industrial Electronics".
- Référé et relecteur pour les conférences nationales et internationales "SGE 2014 Cachan", "FDFC 2015 Toulouse".

**Z. Khatir :**

- reviewer pour les journaux : IEEE Trans. on Industrial Electronics, IEEE Trans. on Electron devices, IEEE Trans. on Power Electronics, Microelectronics Journal, Microelectronics Reliability, IEEE Electron Device Letters,...
- reviewer de papier de conférences : IEEE – IAS, CIPS, ESREF, ECCE, IET – Colloquium of Reliability in Electromagnetic Systems,...

**L. Dupont :**

- Révision d'articles dans des revues internationales : IEEE Transactions on Power Electronics, IEEE Industrial Electronics Magazine, Elsevier Microelectronics Reliability, Institution of Engineering and Technology Power Electronic (IET PEL)
- reviewer de papier de conférences : IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON), European Symp. on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis (ESREF)

**D. Labrousse : Relecteur pour les revues :**

- IEEE Transactions on Power Electronics (7 articles)
- IEEE Transactions on Industry Applications (1 article)
- IET Power Electronics (1 article).

**S. Lefebvre :**

- IEEE Transactions on power electronics (2),
- IEEE Transactions on Industrial Applications (3),
- IEEE Transactions on Industrial Electronics (1),
- IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics (1),
- IEEE Transaction on transportation Electrification (1),
- EPE Journal (1),
- Microelectronics reliability (8),
- EPJAP (2),
- Japanese Journal Applied Physics (1),
- MATCOM (1)

**M. Petit**

- TPEL : 1 Article
- IJAEM : 2 Articles
- ICIT (congrès) : 2 Articles

**M. Berkani**

- IEEE Transactions on Power Electronics (12 articles)
- IET Power Electronics (2 articles)

**B. Revol**

- IEEE Transactions on Power Electronics (6),
- IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility (2)
- IEEE Transactions on Industrial Electronics (1),
- IET Power Electronics (3)
- IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (5)

**F. Costa**

- IEEE Transactions on Power Electronics (10),
- IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility (2)
- IEEE Transactions on Industrial Electronics (2),

**S. Hlioui**

- IEEE Transactions on Industrial Electronics, IEEE Transactions on Magnetics, International Conference on Electrical Machine (ICEM)

**A. Blavette**

- IEEE Transactions on Energy Conversion, IEEE Transactions on Sustainable Energy
- Conférences internationales : EWTEC, ISGT Europe

**Lahoucine Idkhajine,**

- 23 revues internationales, Reviewing de 13 articles de conférences

**Marie RUELAN,**

revue Energy and Buildings et la conférence IBPSA International et IBPSA National

**Sandrine LE BALLOIS**

- 07 Articles pour IEEE Transactions on Industrial Electronics
- 02 Articles pour Elsevier Control Engineering Practice
- 02 Articles pour European Journal Of Electrical Engineering
- 02 Articles pour IEEE Transaction on Industrial Applications
- 01 Article pour Elsevier Mechatronics
- 01 Article pour Elsevier Renewable Energy

conférences internationales avec actes et comité de lecture

- IEEE IES IECON13
- ElectrIMACS 2014
- ICREPQ 2015
- EVER 2016
- ElectrIMACS 2017
- EVER 2017
- IEEE-ICIT 2018

**F. Mazaleyrat**

- Elsevier
  - o Journal of Magnetism and Magnetic Materials,
  - o Material Science and Engineering A,
  - o Material Science and Engineering B,
  - o Journal of Alloys and Compounds,
  - o Materials Research Bulletin,
  - o Scripta Materialia,
  - o Materials Chemistry and Physics
- IEEE Transaction on Magnetism,
- Transactions on Power Electronics,
- AIP (American Institute of Physics)
- Journal of Applied Physics,
- IoP (Institute Of Physics)
  - o Journal of Physics Condensed Matter,
  - o Nanotechnology

**M. LoBue**

- Physical Review Letters
- Physical Review B
- Physical Review E
- AIP Journal of Applied Physics
- AIP Applied Physics Letters
- AIP Advances
- Journal of Magnetis and Magnetic Materials
- IEEE Transactions on Magnetic

**M. Almanza**

- Journal of Magnetis and Magnetic Materials
- IEEE Transactions on Magnetic

**O. de la Barrière**

- Journal of Magnetis and Magnetic Materials
- IEEE Transactions on Magnetic
- AIP Journal of Applied Physics
- AIP Applied Physics Letters
- AIP Advances

**A. Pasko**

- AIP Journal of Applied Physics
- AIP Advances
- Journal of Magnetis and Magnetic Materials
- IEEE Transactions on Magnetic

**V. Loyau**

- AIP Journal of Applied Physics
- IEEE Transactions on Magnetic

## Évaluation de projets de recherche

**D. Candusso :**

- Expertise d'un projet "ANR Blanc" sur la thématique des piles à combustible (2013).

**Z. Khatir :**

- 13 Expertises en 1<sup>ere</sup> étape de projets ANR (2018) ;
- 7 expertises en 2<sup>e</sup> étape de projets ANR (2018) ;
- Expertises de projet ANR (régulières)
- 2 Expertises de projets internationaux pour le Latvian Council of Science (Lettonie) en 2013 et 2015 ;
- 1 Expertise de projet international pour la Swiss National Science Foundation (SNSF) 2014
- 1 Expertise de projet international ECOS-Sud (coopération scientifique France-Argentine) en 2014 ;
- 1 Expertise de projet d'utilisation d'équipements lourds du Stanford Synchrotron Radiation Lightsource (SSRL) – 2015
- 10 Expertises de projets H2020 – 2015 & 2016
- Expertises de dossiers ANRT (thèses CIFRE) – 2014, 2016
- 3 Expertise de projets financés par la région Aquitaine (2014, 2015, 2016)
- Expert-suiveur projets de la FRAE (Fondation de Recherche Aéronautique et Espace) (EPATH, 2013),

**L. Dupont :**

- 1 Expertise ANR jeunes chercheurs (2013)
- 1 expertise projet Université de Toulouse (2014)

- Évaluation de 3 projets de recherche et d'innovation dans le domaine des matériaux avancés déposés à PRIMA QUÉBEC (2018)

**S. Lefebvre :**

- Expertise d'un projet ANR (programme JCJC), 2013
- Expertise thèse CIFRE pour l'ANRT, 2013
- Expertise d'un projet ANR (Appel à projets générique), 2014
- Expertise d'un projet du Labex LASIPS (Université Paris Saclay), 2014
- Expertise thèse CIFRE pour l'ANRT, 2016

**M. Petit :**

- 1 projet PEPS – CNRS.

**B. Revol :**

- Expertise d'un projet ANR (programme JCJC), 2013

**E. Monmasson :**

- Expertise scientifique d'un projet FONDECYT, Chili 2016
- Expertise scientifique d'un projet ECOS Nord 2017

**F. Costa**

- Expertise scientifique programmes ADEME : Fortyeight, Veloce
- Expert pour les programmes Hubert Curien, 3 à 5 expertises/an depuis 2008,
- Expertises pour l'ANRT (1)
- Expertises pour le fond de la recherche scientifique (Belgique FNRS), 2 dossiers 2015, 16,
- Expertises pour le fond de recherche technologique du Québec, 1 dossier 2015,
- Expertise pour le prix de la revue 'La recherche' 2016,
- Expert scientifique pour les programmes de recherche de la région Aquitaine, 2016, 17,

**L. Prévond,**

- expertise ANR 2013 division SIMI de l'ANR (Sciences of Information, Matter and Engineering) et plus particulièrement dans SIMI 9 – (Engineering sciences, materials, processes, energy).

**H. Ben Ahmed,**

- Expertise du projet ANR « MODELE ET DEMONSTRATEUR POUR V2G ET G2V », Appel à projet Energie, Edition 2014
- Expertise du projet ADEME « Zero Emission vehicule Utile pour touS, ZEUS », Programme Véhicule du Futur, Appel à Manifestations d'Intérêt (AMI), 2014
- Jury du prix de thèse GDR SEEDS/Club EEA en 2014 (présidente Afef Lebouc) et 2016 (président Bruno Allard)
- Expertise (aspects génie électrique) du projet collaboratif entre le NREL et l'Ecole Centrale de Nantes intitulé « TPL assessment metric and methodology », novembre 2015.
- Membre expert du réseau MARINET - Marine Renewables Infrastructure Network for Emerging Energy Technologies, depuis 2012. Ce réseau est co-financé par la Commission européenne pour améliorer l'intégration et l'utilisation des infrastructures européennes de recherche et de l'expertise sur les énergies marines renouvelables.
- Expertise du « MODÉLISATION ET OPTIMISATION DES SMART GRIDS », COFECUB, avril 2016

**F. Mazaleyrat**

- 5 ANR

- 3 projets région Rhone-Alpes
- 1 projet CIFRE ANRT
- 2 projets bilatéraux France-Amérique du sud
- 1 projet Norvège-Pologne pour le centre de recherche et de développement polonais

**M. LoBue**

- 3 ANR
- 1 NWO Netherlands Organisation for Scientific Research

Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

**Z. Khatir :**

- Membre du comité de visite HCERES - labo AMPERE (2014) ;

**F. Costa**

- Membre du comité de visite HCERES - labo GREEN (2016) ;

**S. Lefebvre :**

- Membre du comité d'expert pour l'évaluation du HCERES du laboratoire LAPLACE, du 17 au 19 novembre 2014

**E. Monmasson**

- Expertise du Laboratoire GREAH du Havre auprès de l'HCERES en 2015.
- Expertise du Laboratoire LIAS de Poitiers auprès de l'HCERES en 2017.

**B. Multon**

- comité HCERES G2Elab en 2014
- Membre du Comité d'évaluation des chercheurs de l'IFSTTAR site de Lyon-Bron), janvier 2017

**M. Gabsi**

- 2016 : évaluation du laboratoire mécatronique de l'IFPEN,
- entre 2015 et 2017 : évaluation de 4 laboratoires en Tunisie pour le compte du CNEARS (équivalent tunisien du HCERES),
- Président du comité d'évaluation du centre d'énergie de Borj-cédria, Tunisie pour le compte du CNEARS (équivalent tunisien du HCERES),

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

**L. Dupont :**

- Membre de la Commission d'Évaluation des Chercheurs de l'IFSTTAR (COMEVAL) (depuis 2013) ;

**Z. Khatir :**

- Membre du comité CES05 « Une énergie durable, propre, sûre et efficace » de l'ANR (2017-2019) ;
- Membre de la Commission d'Évaluation des Chercheurs de l'IFSTTAR (COMEVAL) (depuis 2013) ;

**S. Lefebvre :**

- Jusqu'en 2013, membre du Groupe programmatique 6 (transports) de l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE).

**F. Costa**

- Vice-président CNU 63<sup>ème</sup> section de 2011 à 2015,
- Membre du comité scientifique de l'école d'ingénieur CESI depuis 2014,

**B. Multon**

- Membre CoNRS section 08 2012-2016
- Membre Comité de pilotage scientifique Défi 2 (Énergie) ANR : 2013-2017

**H. Ben Ahmed**

- Membre du CNU 63ème section de 2011 à 2015

**E. Monmasson**

- Membre du CNU 63ème section depuis 2015

**10- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives**

La liste de ces contrats n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

**Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.)**

- DRREAM EUC FP7 -NMP- 2012-SMALL-6 2013-15,
- MOBYPOST (projet EU FP7 de la JTI FCH-JU ; grant 256834. Période : 2011 – 2015. <http://moby-post-project.eu/>) : "Mobilité hydrogène pour La Poste". aide IFSTAR : 169 k€.
- GIANTLEAP (projet EU de la JTI FCH 2-JU. Période : mai 2016 à avril 2019. <http://giantleap.eu/>) : "Giantleap Improves Automation of Non-polluting Transportation with Lifetime Extension of Pem fuel cells". Budget IFSTAR : 24.9 k€.
- Projet « Flicker in Coastal Smart Grids » bourse PHC Ulysses (franco-irlandaise), Anne Blavette, 2017.
- Projet « SmartWave », Marie Curie Actions, Intra-European Fellowship, Anne Blavette, ID 622428, 2015.

**Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)**

- ANR - DIAPASON2 (HPAC 2011 - 2014). DIAGNOSTIC de Pile à combustible Pour Applications automobiles et Stationnaires sans instrumentation. Budget IFSTAR : 241 k€.
- ANR – FIDEA (2010-2013) / coordinateur (Z. Khatir), 154 k€
- ANR – SUPERCAL (2010-2013), 241 k€
- ANR – DIAMOND/HVDC (2016-2020) : aide 157 k€
- ANR – MEMPHIS (2014-2017), 147 k€
- ANR JC- HIT-TEMS ( 2015 –2019), 375 k€,
- ANR JC- COPTON (2012–2015), "Commande Optimale d'onduleurs en environnement embarqué", partenaires (LEC, SATIE). Coordonnateur : N. Patin, 143k€.
- ANR - QUALIPHE (QUALité, Lissage et Intégration au réseau de la Production des Houlogénérateurs Electriques directs)(Ref : ANR-11-PRGE-0013) , ( 2012 - 2015), partenaires : SATIE (porteur du projet), LHEEA Ecole Centrale de Nantes, IRCCyN Ecole Centrale de Nantes, SyDeV, budget Bernard Multon, Hamid Ben Ahmed,
- ANR AAP TTD e-MECA (electro-Mécanique Embarquée à Compacité Améliorée), durée 36 mois, ( 2011, 2015), budget 292 k€. Participants : Valeo, TEMPO, DynFluid, SKF, IFPen. M. Gabsi, O. De La Barrière, H. BEN AHMED,
- ANR e-MECA (2013 -2017). Javier OJEDA. Budget SATIE 276 k€.
- ANR/CONACYT France/Mexique, MINAFC, 2010-INTB-90703,
- ANR OBNaREM, ANR-14-CE07-0006 (2014-2018),
- FUI – VIVE (2014-2017) , aide 261 k€,
- FUI – HYBRELEC (2011-2016), 538 k€,
- FUI - Elift3 : Projet pour l'hybridation du système de distribution des moteurs à essence, M. Gabsi, S. Hlioui,
- FUI 3MT (matériaux magnétiques pour l'aéronautique, coordonné par Thales Airborne Systems),
- ADEME – MOVEOTREVE (2013-2018), 816 k€
- ADEME - RennesGrid, porteur Schneider Electric sur la réalisation d'un micro-réseau à l'échelle d'un campus. (2017, durée 4 ans). Participants : Mme A. Blavette (CR CNRS), B. Multon, R. Le Goff Latimier, H. Ben Ahmed,

### Contrats avec les collectivités territoriales

- OENVHY (Région Franche-Comté. 2014 - 2017). Optimisation énergétique d'un Véhicule à Hydrogène et pile à combustible utilisant un stockage basse pression sous forme d'hydrures métalliques. Budget global : 146.6 k€.
- ELICOP (Région Franche-Comté. 2015 –2018) : Etude des liens entre les performances de composants de pile à combustible PEM et leurs comportements à l'intérieur de la pile observés en fonctionnement. Développement de caractérisations électriques et mécaniques in-situ et ex-situ. Budget 86k€
- EXELA VO, val d'Oise, 2014 – 2017, 80k€
- Projet « BlueGrid » co-financé par la région Bretagne, 2018-2020.
- Thèse CIFRE : Convention CIFRE 15362013 ; Université de Cergy-Pontoise, Valéo-Siemens, Conseil général du Val d'Oise
- L. Prévond, Projet Ondalu financé par la SATT Paris Saclay, 150 k€, SATIE porteur, partenaire Paris Sud (laboratoire lcmmo)

### Contrats financés dans le cadre du PIA

- PIA ESSENCYELLE (Moteur Essence injection directe hybride électrique abordable), Programme « Véhicules du Futur », Chaîne de traction et auxiliaires des véhicules à motorisation thermique, Edition 2011.
- ITE EFFICACITY : Projet 2.2. "Production décentralisée d'énergie", Expérimentation et diagnostic de PAC pour une application de type microcogénération (Micro Combined Heat and Power – mCHP): 155 k€
- PSPC – MEGAN (2012-2018) : aide 778 k€
- *Projet Lasips Intégration PCB de convertisseurs de puissance, (2014 –2015),*
- Labex Lasips MAETEC 2016-17,
- Labex Lasips ITBAE 2017-18,
- VEDECOM, *accompagnement de thèses, (2015-17) 90 k€,*
- Projet CORAC-GENOME, Convention n° IA-2013-06-01. Période 2014-2019 en partenariat avec Thales, Hispano-Suiza et Airbus.

### Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

Fondation EADS, financement d'une thèse accompagnée (2012-2015).

Chaire Industrielle MATINNOV, ANR/Valéo/université Versailles Saint-Quentin (2013-2017)

## 11-Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

On précisera ici les faits observables pertinents pour l'évaluation : nombre, financements, etc. On pourra aussi donner une sélection des publications les plus significatives dans ce domaine.

### Post-doctorants

- Son-Ha TRAN, Post-doc 2015-2016,
- Jeff MOUSSODJI, Post-doc 2014-2015,
- Abdelfatah KOLLI, Post-doc 2014-2015,
- Tien Anh Nguyen : financé sur projet Lasips (période ??)
- Tien Anh Nguyen, Réalisation d'un banc de test en court-circuit, contrat Safran Tech, Janvier 2017 à novembre 2018
- Slim Hrigua, modélisation comportementale des missions HF des structures de puissance d'un réseau de bord 48V automobile, Contrat Renault, mars 2015 à février 2016.

- Nidhal Boucenna, Élaboration d'un modèle électrique "circuit" pour l'étude de la compatibilité électromagnétique et la répartition transitoire des potentiels dans un moteur synchrone à aimant, contrat SAGEM, 2015-2016,
- André NASR 2017-2018 (ATER),
- Nidhal Boucenna 2014-2015 (Post-Doc),
- Anne Blavette, "Power quality in coastal smart grids", FP7-PEOPLE-2013-IEF - Marie-Curie Action: "Intra-European fellowships for career development" projet Européen Marie Curie (2015- 2017),
- Abdel Darkawi "Réalisation d'un banc d'essai d'une chaine de conversion pour houlogénérateurs directs avec lissage par supercapacités" (2014- 2015),
- Charles-Henri Bonnard, projet « BlueGrid », avril 2017 (durée 24 mois),
- Andras Bartok,
- Oussama Hamrit,
- Muriel Tyrman,
- Giulia Franceschin,

### Chercheurs seniors accueillis

Nom	Nation.	Ville	Groupe	début	fin	Etab.
Andréa Irace	Italienne	Naples	EPI	01/07/2014	31/07/2014	Cnam
Ramon Blasco-Gimenez	Espagnol	Politechnique de Valencia	EPI	27/09/2014	18/10/2014	U. Cergy
Giovanni Spagnuolo	Italienne	Salerno	EPI	20/05/2015	06/06/2015	U. Cergy
Wen-Jong WU	Taiwanaise	NTU	EPI	14/01/2015	14/02/2015	ENS Cachan
Giovanni Petrone	Italienne	Salerno	EPI	21/09/2016	30/09/2016	U. Cergy
Wissem Naouar	Tunisienne	ENIT Tunis	EPI	14/03/2017	29/03/2017	U. Cergy
EL Haddad Kamal	Canadienne	ETS Montréal	SETE	30/06/2017	29/07/2017	Cnam
Ruben Peña	Chilienne	Concepcion	EPI	24/09/2017	01/10/2017	U. Cergy
Tayssir HAMIEH	Libanais	Beyrouth	EPI	01/04/2018	30/06/2018	IFSTTAR
Sara Amstrong	Irlandais	Cork	SETE	Une semaine	2015-16-17	ENS Rennes
Paul LEAHY	Irlandais	Cork	SETE	01/04/2017	30/08/2017	ENS Rennes
Pierre Pinson		DTU	SETE	30/05/2016	03/06/2016	ENS Rennes
Shashank KANE	indien	Devi Ahilya	MME	01/04/2017	30/04/2017	ENS Cachan
José Manuel BARANDIRAN	Espagnol	Bilbao	MME	01/02/2018	30/06/2018	ENS Cachan
Carlo RAGUSA	Italien	Turin	MME		2013	ENS Cachan
Carlo APPINO	Italien	Turin	MME		2013	ENS Cachan

## 12-Indices de reconnaissance

On s'en tiendra aux indices de reconnaissance les plus significatifs pour le rayonnement et l'attractivité de l'unité de recherche.

### Prix

- **E. Monmasson**, Lauréat du prix PEMC Council Awards en 2014, Antalya, Turquie, septembre 2014

- **L. Dupont** Prix W. Portnoy Award 2014 of the IEEE Industry Applications Society-Power Electronics Devices and Components Committee (IAS-PEDCC) –
- Best Paper Award (2016) : **K.Itani, A.De Bernardinis, Z.Khatir, A.Jammal**, Integration of Different Modules of an Electric Vehicle powered by a Battery-Flywheel Storage System during Traction Operation, 2016 IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology, IEEE IMCET 2016.
- **Muriel Tyrman**, bourse l'Oréal-Unesco pour les femmes et la science
- **Christelle Saber** prix du public du meilleur papier à CEM 2016,
- **Lionel Vido, Bernard Mulfon, Alain Coty** prix de la meilleure entreprise innovante du Val d'Oise.

### Distinctions

### Appartenance à l'IUF

### Responsabilités dans des sociétés savantes

#### L. Dupont :

- 2014-à ce jour : Membre du comité de pilotage du GdR SEEDS

#### E. Monmasson :

- Président de la section électrotechnique du Club EEA (2012 – présent)
- Président du Technical Committee « Electrical Machines and Power Systems Modeling », TC1 de l'IMACS (juin 2011 – juillet 2017)

#### S. Lefebvre

- Membre de l'advisory board, congrès PCIM,
- Membre de l'ISC congrès EPE.

#### F. Costa

- Membre du comité scientifique de la conférence internationale en langue française CEM depuis 2002,
- Membre du comité scientifique du "Workshop sur la transition énergétique (WTE) " depuis 2016,

#### H. Ben Ahmed,

- membre du comité de pilotage du GDR SEEDS, depuis 2009,
- membre du comité de pilotage du GDR EMR, depuis 2015,
- Président du COPIL SGE depuis 2014 (à sa création),

### Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

#### L. Dupont,

- Chip temperature measurement of power semiconductor devices with thermo sensitive electrical parameters", Workshop session Aalborg university, Department of Energy Technology, Danemark
- Systèmes diphasiques pour le contrôle thermique de l'électronique de puissance», Colloque thématique co-organisé par la Société Française de Thermique et le GdR SEEDS, 40 participants, le 29/03/2018 à l'IRT Saint-Exupéry, Toulouse.

#### B. Revol,

- Deuxième édition CISTEM 2016, Marrakech – Maroc, du 26 au 28 Octobre 2016, Session plénière du 27-10-2016, « Intégration en électronique de puissance : les nouveaux défis scientifiques et technologiques »

#### D. Labrousse

- Séminaire invité à l'université de technologies de Pékin (BJUT) : Présentation des activités de recherche du groupe EPI (Electronique de Puissance et Intégration) du SATIE, 27 octobre 2016, D. Labrousse

#### **F. Costa**

- "Integration in power electronics: a solution for EMC management ?", CNRS international workshop "Power electronics integration", 2014,
- "Enjeux et contraintes de la simulation numérique en Génie électrique", séminaire invité du laboratoire STEF, 2015,
- "Composants passifs magnétiques intégrés", workshop "Composants passifs magnétiques intégrés", St Etienne, 2016,

#### **S. Lefebvre**

- S. Lefebvre, G. Rostaing, M. Berkani, Z. Khatir, P. Dupuy, « Electrical Stresses Effects during Reliability Testing on Smart Power Devices », Workshop ECPE, Nurnberg, 2014
- Stéphane Lefebvre, Zoubir Khatir, Mounira Berkani, Denis Labrousse, « Failure Mechanisms and Reliability of Wide Band-Gap Devices under short-circuits and unclamped inductive switching », Workshop ECPE, Rouen, 2014
- Stéphane Lefebvre, Robustness of SiC MOSFETs in short-circuit mode, SiC MOSFET robustness day, Super
- Grid institute, 18 février 2016
- S. Lefebvre : Coopération Franco-Sibérienne dans le domaine du génie électrique, activités de recherche et accueils d'étudiants, Conférence organisée par l'ambassade de France « la coopération avec les universités européennes en Sibérie : problèmes et solutions », 21-22 avril 2016 à Tomsk (Russie)

#### **E. Monmasson :**

- Conférence invitée, (Keynote speech) SSD'14 Barcelona, Spain, "FPGA-based controllers for power electronics and drive applications," Feb. 2014
- Conférence invitée (Keynote speech) PEMC'14 Antalya, Turkey, "Recent Advancements on the Implementation of Digital Embedded Controllers for Power Electronics and Drive Applications," Sept. 2014
- Conférence invitée (Keynote speech) CISTEM'14 Tunis, Tunisia, "FPGA-based controllers for industrial systems Design methodology and case studies", Nov. 2014.
- Conférence invitée (Plenary talk) DOCEIS'16 Caparica, Portugal, "FPGA-based controllers for embedded power systems", April 2016.
- Conférence invitée (Keynote speech) AAID'17 Yokohama, Japan, "Recent Advancements in FPGA-based Controllers for Embedded Power Systems", March 2017.
- Conférence invitée (Keynote speech) ET'17 Milano, Italy, "Embedded control systems for Power Electronics and drives: State of the art and perspectives", June 2017.

#### **Sandrine Le Ballois**

- Chairman pour la session « Lecture Session on Wind Energy Systems » en Avril 2016 à Eleventh International Conference on Ecological Vehicles & Renewable Energies EVER'2016, Monaco,
- Invitée à la 3rd International Conference on Power and Energy Engineering en Juin 2018 à Rome.

#### **H. Ben Ahmed,**

- Eco-optimisation en Génie Electrique, in International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM), Tunis-Tunisia, November 2014.
- Direct Wave Energy Converters. Case of SERAEV Project, in 2013 International Workshop on Renewable Energies, Hanoi, Vietnam October 2-3 2013.
- Houlogénérateurs : projets, verrous et quelques solutions, in International Conference on Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM), Marrakech-Morocco, October 2016.

#### **R. Le Goff Latimier,**

- Co-optimisation d'un système collaboratif : centrale photovoltaïque et flotte de véhicules électriques, in Séminaire RiseGrid, 2016.

#### **B. Multon,**

- Efficacité énergétique : aspects physiques et technologiques de la conversion d'énergie (6ème Ecole Energies & Recherches Roscoff 23-28 mars 2014), Roscoff, France, 2014.

#### **F. Mazaleyrat**

- Czech and Slovak conference on MAGnetics, Kosice, Slovaquie (2013) ;
- RDMMTF, Indore, Inde (2013)
- Soft Magnetic Materials, Budapest, Hongrie (2013)
- International Network on Advanced High Energy Permanent Magnets, Santorin, Grèce 2018.

#### **M. LoBue**

- Danish Days on Caloric Materials and Devices Octobre 2017

#### **O. de la Barrière**

- International Conference in Electrical Sciences and Technologies in Maghreb (CISTEM), Tunis, 2014.
- SMM 23 Conference, Séville, 10-13 septembre 2017

#### **Autres....**

- Présentation des résultats du projet LASIPS « Intégration PCB de convertisseurs de puissance, Vers le développement d'un convertisseur d'électronique de puissance instrumenté et à forte densité d'intégration à partir de composants grand gap - Réalisation et caractérisation électro-mécanique des briques de bases technologiques », D.Labrousse, M.Petit, M.Woytasik, P-Y.Joubert, Y.Bienvenu, Juillet 2013,
- Présentation des résultats du projet BOOSTII lors des journées de l'institut Farman« Simulation symbolique de Stratégies de Contrôle de Convertisseurs Multi-niveaux », R.Soulat, G.Heraulf, D.Labrousse, B.Revol, G.Feld, S.Lefebvre, L.Fribourg, Novembre 2013
- Présentation des résultats du projet LASIPS « Intégration PCB de convertisseurs de puissance, Vers le développement d'un convertisseur d'électronique de puissance instrumenté et à forte densité d'intégration à partir de composants grand gap - Réalisation et caractérisation électro-mécanique des briques de bases technologiques », D.Labrousse, M.Petit, M.Woytasik, P-Y.Joubert, Y.Bienvenu, Juillet 2013
- Séminaire de lancement de l'AAP générique de l'ANR : présentation d'une synthèse (contexte, enjeux sociétaux, défis et objectifs scientifiques et techniques, retombées attendues) du projet HIT-TEMS (défi 2 : Énergie propre, sûre et efficace), 1er décembre 2015, D. Labrousse
- Séminaire à mi-parcours de l'AAP générique de l'ANR : présentation des résultats scientifiques (thèses de Yoann Pascal et François Boige) du projet HIT-TEMS (défi 2 : Énergie propre, sûre et efficace), 25 septembre 2017, D. Labrousse

#### Séjours dans des laboratoires étrangers

**S. Lefebvre** : 1 semaine/an université polytechnique de Tomsk, depuis 2016,

**Anne Blavette**, séjour d'une semaine au MaREI, University College Cork, 2017,

**Roman Le Goff Latimier**, séjour d'un mois au DTU, Copenhague (Danemark) été 2017,

## II - INTÉRACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

La liste de ces produits et activités de la recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### 1- Brevets, licences et déclarations d'invention

#### Brevets déposés

- Benuioua Djedjiga, Candusso Denis, Fabien Harel, Pierre Picard. « L'invention concerne une méthode de configuration d'un classifieur servant à identifier le régime de fonctionnement d'un système, une méthode et un dispositif de détermination du régime de fonctionnement d'un système, en particulier dans le cas où le système est un système électrochimique tel qu'une pile à combustible ». Déposé le 11/09/2017 auprès de l'INPI sous le n° 17 58348 .
- M. Dbeiss, F. Al Shakarchi, Y. Avenas, L. Dupont, "Procédé appliqué à un module de puissance d'un onduleur photovoltaïque pour obtenir un vieillissement accéléré", 22/05/2017 N° Demande : FR1754526, N° Soumission : 1000405118.
- C. Saber, A. Gascher (Renault), D. Labrousse, B. Revol : Réduction des émissions de courants de mode commun d'un chargeur de batterie pour les véhicules électriques et hybrides. Déposé : février 2017
- B. Revol, F. Roy (PSA) : Batterie à groupes de cellule(s) de stockage associé(s) respectivement à des modules de conversion, pour la fourniture de tensions de types différents. Déposé : février 2017
- B. Revol, F. Roy (PSA) : Architecture électrique de batterie simplifiée et compatible de tout type de bornes de recharge (charge lente à ultra-rapide). Déposé : mars 2017
- E. Lefeuvre, H. Matias, J. Wei, F. Costa : "Circuit électronique de gestion d'énergie pour un dispositif électronique autonome alimenté par une capacité variable. Déposé sept. 2017, N°1000423736, université Paris-Sud.
- E. Hoang and E. Laboure, "MACHINE ELECTRIQUE ALIMENTEE EN BASSE TENSION ET CHAINE DE TRACTION MULTICELLULAIRE ASSOCIEE," DEMANDE FRANCE N°1751280, 2017.
- 

#### Brevets acceptés

- B. Gaussens, M. LECRIVAIN, E. Hoang, and M. Gabsi, "Machine Electrique à Commutation de Flux à Simple Excitation," FR20150055264 20150609, 2015.
- B. Gaussens, M. LECRIVAIN, E. Hoang, and M. Gabsi, "ELECTRIC MACHINE WITH FLUX SWITCHING WITH SIMPLE EXCITATION," WO2016EP62962 20160608, 2016.
- B. Gaussens, M. LECRIVAIN, and M. GABSI, "ELECTRIC MACHINE WITH FLUX SWITCHING WITH SIMPLE EXCITATION," EP20160729235 20160608, 2016.
- C. Saber, A. Gascher (Renault), D. Labrousse, B. Revol : "Procédé et dispositif de commande en monophasé d'un chargeur de véhicules à traction électrique ou hybride embarqué sans isolation galvanique." Ref. WO2017153366. 2017.
- L. Prévond, Extension PCT : US2013061987 (A1) 2013-03-14,
- F. Mazaleyrat , K. Zehani, E. Labouré, V. Loyau, « Procédé de fabrication d'un composant électromagnétique monolithique et composant magnétique monolithique associé »
- 

#### Brevets licenciés

## Déclaration d'invention

## 2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

### Contrats de R&D avec des industriels

- Mitsubishi Electric : Contrat "Reliability Testing" sur les méthodologies de vieillissement en power cycling et la vérification des "règles de Miner" sur le cumul d'endommagement, 280k€ (2015-2019)
- Mitsubishi Electric : Contrat "Lifetime Modeling" sur la modélisation du vieillissement et la prédiction de durée de vie de composants, 120k€ (2016-2017)
- Mitsubishi Electric : 2<sup>ème</sup> Contrat "Lifetime Modeling", 95k€ (2017-2018)
- THALES : Contrat de caractérisations électriques de composants MOSFETs (2016)
- ALSTOM : contrats sur la caractérisation thermique des composants ; 60k€ (2017-2018)
- Contrat de recherche Safran Tech, « Evolution de la Safe Operating Area de composants SiC sous fortes contraintes électrothermiques » Novembre 2016, Mai 2018, 150k€, Post Doc Tien Anh Nguyen (janvier 2017/novembre 2017)
- Contrat de recherche Safran Tech, « Convertisseur modulaire ComSiC », 1 octobre 2017 à 30 juin 2018, 48k€, CDD IE Mohamed Chouly,
- Contrat d'accompagnement stage M2R, Schneider Electric, 7 k€, Février 2017 à juillet 2017,
- Contrat d'accompagnement stage M2R, Nexteer, 3,5 k€, Février 2017 à juillet 2017, Stage M2R,
- Projet « Lissage de la production éolienne par système de stockage d'énergie », contrat EDF R&D (2011 - 2014),
- Contrat avec l'entreprise SOMFY, périodes : 2014/2015 2015/2016 2017/2018,
- Projet « Modélisation des paliers actifs » contrat avec la société S2M-SKF, durée 36 mois, (2012- 2015),
- Contrat SATIE-UBO-Jeumont Electric sur l'étude des chaines à multiplicateur magnétique dans le grand éolien. (2015- 2018),
- S2M groupe SKF, mesure des pertes haute fréquences (2017),
- 

### Bourses Cifre

- Merouane OUHAB, CIFRE Schneider Electric (2015-2017),
- Nausicaa DORNIC, CIFRE Mitsubishi Electric (2017-2019),
- Salah OULD-MOHAMMAD, CIFRE Mitsubishi Electric (2018-2020),
- Souad BACHTI, CIFRE RENAULT (2010-2013),
- Thèse CIFRE HISPANO SUIZA, K. Loudière, (2013-16) en coll. avec labo AMPERE Lyon,
- Thèse CIFRE Thales Communication, B. Goral (2014-17),
- Thèse CIFRE avec la société Thales, Thèse de Douha Othman, évaluation des potentialités de composants SiC pour des applications aéronautiques, 2012-2105,
- Thèse CIFRE Renault Christelle SABER, (2015-17),
- Thèse CIFRE VALEO, Wided Zine, "Commande sans capteur mécanique d'un système d'entraînement électromécanique en vue d'améliorer sa fiabilité," (2014-2017),
- Thèse CIFRE Labinal Power Systems, Jérémy Cuénot, thèse faite en collaboration avec le laboratoire GREEN de Nancy "Commande de moteurs synchrones à haute vitesse pour des applications avioniques" (2014 – 2017),
- Thèse CIFRE SAFRAN TECH, A. Matouk, (2017-20),
- CIFRE EDF R&D, doctorant : Pierre Haessig,

- CIFRE Valéo-Siemens : convention CIFRE 15362013 ; Université de Cergy-Pontoise, Conseil général du Val d'Oise,
- CIFRE PSA, M. KOUA Malick CISSE (2017-2020),

Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques

Créations d'entreprises, de *start-up*

### 3- Activités d'expertise scientifique

Activités de consultant

M. Almanza, Evaluation de projet de réfrigération magnétique au sein de BPI France.

Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

#### M. Gabsi :

- Septembre 2017 : Expert référent au MESRI pour le crédit impôt recherche (CIR). Responsable de l'expertise du secteur sciences pour l'ingénieur,
- Membre du conseil scientifique de l'AUF (Agence universitaire de la francophonie), Président de la commission régionale des experts de l'AUF pour la région de l'Europe de l'ouest.

#### Anne Blavette,

- Experte nommée à la Commission Electrotechnique Internationale (CEI). Participation au groupe de travail PT 62600-30 : « Electrical power quality requirements for wave, tidal and other water current energy converters »

Expertise juridique

## 4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

## 5- Produits destinés au grand public

Émissions radio, TV, presse écrite

#### B. Multon :

- France Culture invitation à l'émission « La méthode scientifique » (1 h) sur le stockage d'énergie le 31 mai 2017 <https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/stockage-energetique-comment-eviter-la-panne>
- Interview pour le magazine en ligne Reporterre en novembre 2017 : « L'éolien en France : la grande enquête, en 5 volets » <https://reporterre.net/L-eolien-en-France-la-grande-enquete-en-5-volets>
- Interview pour le dossier « Le débat » dans le Pèlerin Magazine 13 avril 2017 : « Les éoliennes, nuisibles pour la santé ? »
- Interview pour le journal en ligne Atlantico 28 Mars 2016 : « Comment utiliser la puissance des vagues : 40 ans de recherche et des scientifiques toujours tâtonnants face aux promesses énergétiques des océans » <http://www.atlantico.fr/decryptage/comment-utiliser-puissance-vagues-40-ans-recherche-et-scientifiques-toujours-tatonnants-face-aux-promesses-energetiques-oceans-2641678.html>
- Interview pour Science et Vie (centenaire) avril 2013 « Energy harvesting » (Muriel Valin, p. 90).

- Journal Le Marin hors série mai 2015 Energies Marines Renouvelables (Loïc Fabrègues, p. 6)

#### Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

- Journées Innovatives "Voiture du futur", un évènement CNRS organisé en partenariat avec l'IFSTTAR. 31 mars 2015.
- **A. De Bernardinis** : interview « Focus métier » IFSTTAR : Récupérer l'énergie de freinage des trains à destination des consommateurs et usagers des gares : (lien sur internet Youtube) [https://www.youtube.com/watch?v=b\\_EcQzlbxrs](https://www.youtube.com/watch?v=b_EcQzlbxrs)
- **D. Labrousse** : Membre de la revue 3EI
- **D. Labrousse** : Juin 2016 : organisation de la journée 3EI au Cnam Paris,
- **B. Multon**,
  - o « Énergie, électricité et soutenabilité », MOOC/vidéo-conférence de rentrée des IUT GEEI, en direct avec tous les IUT, 18 septembre 2014 : <http://public.iutenligne.net/colloques-et-seminaires/conference-geii-energie/index.html>
  - o « Énergie, électricité et soutenabilité », Conférence plénière pour les journées des professeurs de l'UPSTI, Rennes 22 mai 2014 : <http://canalc2.u-strasbg.fr/video.asp?idvideo=12670>
  - o « Efficacité énergétique », Conférence 1h15, Ecole Energie & Recherche (CNRS-CEA-IFP-ADEME), Roscoff, 23 mars 2014 : <https://lpsc.in2p3.fr/Indico/conferenceDisplay.py?confId=939> (Vidéo sur DVD remis aux participants)
  - o « Énergie, électricité et soutenabilité », Conférence (50 min) pour la journée Formascience, ENS de Lyon, 6 février 2014. Diaporama et vidéo en ligne : <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/video-html5/fs2014/multon/energie-electricite-et-soutenabilite-planetaire>
  - o « Une électricité durable », Conférence Journées X-ENS des Professeurs de l'UPS, Palaiseau (Ecole Polytechnique), 17 avril 2013, [https://gargantua.polytechnique.fr/siatel-web/linkto/mlCYYYs\(nyY6](https://gargantua.polytechnique.fr/siatel-web/linkto/mlCYYYs(nyY6)
- **H. Ben Ahmed**, Interview dans le « Rennes Métropole Magazine » sur les « défis des énergies renouvelables », N°15, décembre 2013-Janvier 2014 (journaliste : Mme Isabelle Barreau).

#### Produits de médiation scientifique

##### **B. Multon**,

- « Vers une production d'électricité totalement renouvelable ? », Conférence cycle « Les jeudis de Diderot », Langres, 1er juin 2017.
- « Une électricité 100% renouvelable pour contribuer à un réel développement durable », Conférence Université du Temps Libre, Lannion, 5 avril 2017.
- « L'énergie électrique peut-elle contribuer au développement soutenable de l'humanité ? », Conférence invitée par la Société Française de Physique, Nice, 18 janv. 2017. [http://www.dailymotion.com/video/x5lyub9\\_l-energie-electrique-peut-elle-contribuer-au-developpement-soutenable-de-l-humanite\\_school](http://www.dailymotion.com/video/x5lyub9_l-energie-electrique-peut-elle-contribuer-au-developpement-soutenable-de-l-humanite_school)
- « Electricité et développement durable », Conférence plénière invitée CEM2016, 18ème Colloque International et Exposition sur la Compatibilité ÉlectroMagnétique, Rennes 11-13 juil. 2016, <https://cem2016.sciencesconf.org/>
- « Production écologique de l'énergie électrique », Conférence plénière invitée à la session « EEA et écologie - Energie » Congrès du club EEA, 26 mai 2016.
- « Stockage stationnaire d'énergie électrique : contexte, caractéristiques, technologies », Conférence invitée pour la « Journée Energie » de l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes 20 mai 2014.
- « Du laboratoire d'électricité de l'ENSET au laboratoire SATIE. 1975 – 2013, les acteurs, les évènements... », Conférence pour les 35 ans (et plus) du laboratoire SATIE, ENS de Cachan, 2 juillet 2013 : <http://www.sat.ie.ens-cachan.fr/version-francaise/35-ans-de-recherche/>
- « Énergie et électricité sous contraintes de développement durable », Conférence introductive Journée Scientifique de la Faculté des Sciences et Technologies (FST) de l'université Claude Bernard Lyon 1, 26 juin 2013.

**B. Multon, T. Kovaltchouk, J. Aubry, H. Ben Ahmed,**

- « Houlogénération, diversité des solutions et spécificités des chaînes électriques », journées de la section électrotechnique du club EEA, Le Havre, 20-21 mars 2014.

-

## Débats science et société

**B. Multon,**

- « Energies renouvelables et véhicules électriques », Conférence invitée dans le cadre de la semaine InOut des mobilités numériques à Rennes, le 15 mars 2018. <https://www.inout2018.com/programme/hackathon-camposv/42> (vidéo à venir)
- « Conversion des énergies marines renouvelables », Conférence invitée et table ronde (invitation de Francis Rocard), Les mystères du 21ème siècle, « Quelles énergies pour demain », Saint Tropez, 26-27 novembre 2016. [https://www.youtube.com/watch?v=yzRp\\_imoivE](https://www.youtube.com/watch?v=yzRp_imoivE)
- « Energie et soutenabilité. Place de l'électricité », Conférence du soir aux élèves et professeurs des Lycées Châteaubriand et Joliot-Curie (CPGE) Rennes, 22 septembre 2015.
- « Enseignant-chercheur en génie électrique », Conférence pour la journée des métiers de la filière SAPHIRE de l'ENS de Cachan, 10 décembre 2013.
- « Énergie durable », Conférence pour le cinquantenaire du Lycée Joliot Curie, Rennes, 13 novembre 2013.
- « Énergie et électricité sous contraintes de développement durable », Conférence du soir aux élèves du Lycée Montaigne (CPGE) Bordeaux, 10 octobre 2013.
- « Une énergie électrique durable », Conférence « Semaine de l'industrie », Lycée Raspail Paris, 21 mars 2013.

**III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE**

La liste de ces produits et activités n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

**1- Produits des activités pédagogiques et didactiques**

En sus de la liste de ces produits, on insistera sur la pertinence de leur supports de diffusion et sur leur rayonnement (régional, national, international).

## Ouvrages

*E-learning, moocs, cours multimedia, etc.*

**P. Degobert, G. Rostaing, S. Lefebvre, X. Kestelyn**, Socle en électricité, MOOC ENSAM CNAM ITII, 3 sessions (1 en 2017, 2 en 2018),

**2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses**

En sus de la liste de ces produits, on insistera sur la pertinence de leur supports de diffusion et sur leur rayonnement (régional, national, international).

**3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)**

*On fera une présentation synthétique des résultats obtenus par l'entité de recherche dans ce domaine.*

#### **4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

Comités de suivi individuel de thèses :

- Université Grenoble Alpes (2017),
- Université de Rouen (2017)

#### **5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

#### **6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

#### **7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

- G. Rostaing, responsable d'une Formation d'ingénieur en partenariat, Ingénieur Cnam en systèmes électriques, parcours Installation Distribution Energie Eclairage, renouvellement par la CTI en 2018 pour 5 ans
- D. Labrousse, responsable d'une Formation d'ingénieur en partenariat, Ingénieur Cnam en systèmes électriques, parcours Electronique de puissance, réseaux et motorisations, renouvellement par la CTI en 2018 pour 5 ans
- S. Lefebvre, responsable de la formation d'ingénieur hors temps de travail, Ingénieur Cnam en systèmes électriques, renouvellement par la CTI en 2018 pour 5 ans
- M. Berkani, responsable du master 1 MEEF second degré sciences industrielles de l'ingénieur (préparation au concours CAPET et CAFEP), ESPE de Créteil,
- F. Costa, responsable de la mention de master MEEF pour l'enseignement secondaire, ESPE de Créteil.
- Multon, F. Razan, H. Ben Ahmed, M. Werts :
  - o Participation, en 2016, à la refonte totale de la formation (L3, M1, M2) au sein de l'ENS Rennes, département mécatronique. Une nouvelle maquette, dénommée Ingénierie des systèmes complexes (ISC) a été élaborée, dans laquelle l'accent est mis sur la pluridisciplinarité en sciences pour l'ingénieur avec trois thématiques fortes : l'ingénierie mécanique, l'ingénierie électrique et l'ingénierie informatique.

#### **8- Nombre d'article moyen par étudiant**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

##### **Stagiaires (BTS, M1, M2)**

##### **M. Petit :**

F. Azevedo, stagiaire Brésilien (M1)

##### **S. Lefebvre**

Audrey Couderc, « Caractérisation de résistances thermiques de modules de puissance à semi-conducteur sur substrats céramiques HTCC » de , mémoire de DUT mesure physique, IUT Paris 7, 27 juin 2013

## ANNEXE 4 – Sélection des produits et activités de la recherche (On remplira ce document, destiné à l'évaluation du critère 1, pour l'ensemble de l'unité et pour chaque équipe.)

### CAMPAGNE D'EVALUATION 2018-2019 VAGUE E

Nom de l'unité / de l'équipe / du thème :	Systèmes d'Instrumentation et d'Analyse Multi-environnements
Acronyme :	SIAME
Directeur.rice / Responsable d'équipe /de thème pour le contrat en cours :	S. Serfaty
Directeur.rice / Responsable d'équipe /de thème pour le contrat à venir :	à désigner

On dressera la liste des produits de la recherche et des activités de recherche **en respectant les indications de nombre et de présentation données dans le dossier d'autoévaluation et après avoir consulté le(s) Guide(s) des produits et activités de recherche correspondant au(x) sous-domaine(s) disciplinaire(s) concerné(s)**. Ces Guides en cours de publication sont (ou seront bientôt) disponibles sur le site du Hcéres.

Lorsqu'une unité n'est pas concernée par un type de produit de la recherche, parce qu'elle n'en compte aucun dans ses réalisations ou qu'ils ne relèvent pas de son domaine de compétences, elle précise que cette rubrique est « sans objet » pour elle.

Dans le cas des unités pluri-équipes ou pluri-thèmes, lorsque des produits sont communs à plusieurs équipes / thèmes de l'unité, ils sont regroupés à part dans la rubrique concernée.

Dans le cas de publications cosignées par plusieurs personnes, la liste de tous les auteurs sera établie, excepté lorsque le nombre de co-auteur.e.s sera supérieur à la quinzaine (dans ce cas, tous les noms des membres de l'unité ou de l'équipe doivent apparaître à leur position dans la liste, avec des pointillés pour remplacer les noms des auteurs extérieurs). Les noms des membres de l'unité de recherche, de l'équipe interne ou du thème **seront soulignés dans la liste des co-auteur.e.s**.

Pour les personnels recrutés au cours des cinq dernières années, les produits et les activités réalisés dans leur unité de recherche d'origine seront mentionnés dans une liste séparée.

On rédigera cette annexe en complétant les rubriques ci-dessous, suivant le plan indiqué. Les parties du texte en italique seront supprimées dans le document rédigé.

**N.-B : l'unité doit néanmoins tenir à disposition du comité d'experts la liste complète de ses productions.**

## I- PRODUCTION DE CONNAISSANCES ET ACTIVITÉS CONOURANT AU RAYONNEMENT ET À L'ATTRACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

### 1- Journaux / Revues

**On dressera la liste des articles qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Articles scientifiques

1. Dine, A., Elouardi, A., Vincke, B., & Bouaziz, S. (2016). Graph-Based Simultaneous Localization and Mapping: Computational Complexity Reduction on a Multicore Heterogeneous Architecture. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 23(4), 160–173. <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2580466>
2. Njiki, M., Elouardi, A., Bouaziz, S., Casula, O., & Roy, O. (2016). A multi-FPGA architecture-based real-time TFM ultrasound imaging. *Journal of Real-Time Image Processing*. <https://doi.org/10.1007/s11554-016-0563-5>
3. Espie, S., Boubezoul, A., Aupetit, S., & Bouaziz, S. (2013). Data collection and processing tools for naturalistic study of powered two-wheelers users' behaviours. *Accident Analysis and Prevention*, 58, pp 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.03.012>
4. Aldea, E., & Le Hégarat-Masclé, S. (2015). Robust crack detection for unmanned aerial vehicles inspection in an a-contrario decision framework. *Journal of Electronic Imaging*, 24(6). <https://doi.org/10.1117/1.JEI.24.6.061119>
5. André, C., Le Hégarat-Masclé, S., & Reynaud, R. (2015). Evidential framework for data fusion in a multi-sensor surveillance system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 43, 166–180. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.04.012>
6. Lermé, N., Malgouyres, F., Hamoir, D., & Thouin, E. (2014). Bayesian image restoration for mosaic active imaging. *Inverse Problems and Imaging*, 8(3), 733–760. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00758753>
7. ReKik, W., Le Hégarat-Masclé, S., Reynaud, R., Kallel, A., & Ben Hamida, A. (2016). Dynamic object construction using belief function theory. *Information Sciences*, 345, 129–142. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.047>
8. Roquel, A., Le Hégarat-Masclé, S., Bloch, I., & Vincke, B. (2014). Decomposition of conflict as a distribution on hypotheses in the framework on belief functions. *International Journal of Approximate Reasoning*, 55(5), 1129–1146. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2013.12.006>
9. Zair, S., Le Hégarat-Masclé, S., & Seignez, E. (2016). A-Contrario Modeling for Robust Localization Using Raw GNSS Data. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(5), 1354–1367. <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2502279>
10. Brigui, F., Thirion-Lefevre, L., Ginolhac, G., & Forster, P. (2014). New SAR Algorithm Based on Orthogonal Projections for MMT Detection and Interference Reduction. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, PP(99), 1–12. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2013.2276417>
11. Mahot, M., Pascal, F., Forster, P., & Ovarlez, J. P. (2013). Asymptotic Properties of Robust Complex Covariance Matrix Estimates. *Signal Processing*, *IEEE Transactions On*, 1. <https://doi.org/10.1109/TSP.2013.2259823>
12. Bosse, J., Larzabal, P., & Ferreol, A. (n.d.). A spatio-temporal array processing for passive localization of radio transmitters, PP(99), 1. <https://doi.org/10.1109/TSP.2013.2278515>
13. Menni, T., Galy, J., Chaumette, E., & Larzabal, P. (2014). Versatility of constrained CRB for system analysis and design. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 50(3), 1841–1863. <https://doi.org/10.1109/TAES.2014.120658>
14. Boyer, R., Couillet, R., Fleury, B.-H., & Larzabal, P. (2016). Large-System Estimation Performance in Noisy Compressed Sensing with Random Support - a Bayesian Analysis. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 64(21), 5525–5535. <https://doi.org/10.1109/TSP.2016.2591511>
15. Cai, C., Bilicz, S., Rodet, T., Lambert, M., & Lesselier, D. (2017). Metamodel-based nested sampling for model selection in eddy-current testing. *IEEE Transactions on Magnetics*, 53(4), 6200912. <https://doi.org/10.1109/TMAG.2016.2635626>
16. Zheng, Y., Fraysse, A., & Rodet, T. (2015). Efficient Variational Bayesian Approximation Method Based on Subspace optimization. *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(2), 681–693. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00990003>
17. Jungers, M., Abou-Kandil, H., Castelan, E. B., & Pieri, E. R. De. (2013). A gametheoretic approach for non-uniform pole shifting and pole homothety. *Automatica*, 49(1), 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2012.09.021>

1.

18. Bourlès, H., & Oberst, U. (2016). Generalized Convolution Behaviors and Topological Algebra. *Acta Applicandae Mathematicae*, 141(1), 107–148. <https://doi.org/10.1007/s10440-015-0007-4>
19. Zidane, I., Marinescu, B., & Abbas Turki, M. (2014). Linear time-varying control of the vibrations of flexible structures. *IET Control Theory & Applications*, 8(16), 1760–1768. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01740444>
20. Marinescu, B., & Bourlès, H. (2013). Quasi-poles of linear time-varying systems in an intrinsic algebraic approach. *Systems & Control Letters*, 62(7), 581–586. <https://doi.org/10.1016/j.sysconle.2013.03.012>
21. Ren, W., Yang, H., Jiang, B., & Staroswiecki, M. (2016). Fault recoverability analysis of switched nonlinear systems. *International Journal of Systems Science*, 48(3), 471–484. <https://doi.org/10.1080/00207721.2016.1186246>
22. A. Arciniegas, L. Martinez, A. Briand, S. Prieto, S. Serfaty, and N. Wilkie-Chancellor, "Experimental ultrasonic characterization of polyester-based materials for cultural heritage applications," *Ultrasonics*, vol. 81, pp. 127–134, 2017.
23. M. Bengamra et al., "Silanized Aryl Layers through Thiol-yne Photo-click Reaction," *Langmuir*, vol. 31, no. 39, pp. 10717–10724, 2015.
24. E. Bisceglia, M. Cubizolles, F. Mallard, F. Vinet, O. Français, and B. Le Pioufle, "Micro-organism extraction from biological samples using DEP forces enhanced by osmotic shock.," *Lab Chip*, vol. 13, no. 5, pp. 901–909, Mar. 2013.
25. N. Blel, N. Fourati, M. Souiri, C. Zerrouki, A. Omezzine, A. Bouzlama, A. Othmane, "Ultrasensitive Electrochemical Sensors for PSA Detection: Related Surface Functionalization Strategies," *Curr. Top. Med. Chem.*, vol. 17, no. 26, 2017.
26. P. Bodénès, F. Lopes, D. Pareau, B. Le Pioufle, and O. Français, "Microdevice for studying the in situ permeabilization and characterization of *Chlamydomonas reinhardtii* in lipid accumulation phase," *Algal Res. - Biomass, Biofuels Bioprod.*, vol. 16, pp. 357–367, 2016.
27. T. Bore, D. Placko, F. Taillade, and M. Himbert, "Capacitive Sensor for Measuring the Filled of Post-Tensioned Ducts. Experimental Setup, Modeling and Signal Processing," *IEEE Sens. J.*, vol. 13, no. 2, pp. 457–465, 2013.
28. T. Bore, D. Placko, F. Taillade, and P. Sabouroux, "Electromagnetic characterization of grouting materials of bridge post tensioned ducts for NDT using capacitive probe," *NDT E Int.*, vol. 60, p. pp 110–120, 2013.
29. P. Didier, F. Razan, E. Caplain, M. Michiel, C. Delamarche, C. Nogues, J.Y. Le Huerou, S. Serfaty, P. Larzabal., "Rheological monitoring of tau protein polymerisation with acoustic waves sensor," *Electron. Lett.*, vol. 53, no. 5, pp. 298–300, 2017.
30. J. Dupuis, M. Chenon, S. Faure, F. Razan, and T. Gloriant, "Mechanical properties and corrosion resistance of some titanium alloys in marine environment" *MATEC Web Conf.*, vol. 7, p. 01009/1---01009/2, 2013.
31. M. El Boudani, N. Wilkie-Chancellor, L. Martinez, R. Hébert, O. Rolland S. Forst, V. Vergès-Belmin, S. Serfaty., "Marble ageing characterization by acoustic waves," *Phys. Procedia*, 20, pp. 222–226, 2015.
32. N. Fourati, Zerrouki, C.; Singh, A.; Samanta, S.; Aswal, D., "Cobalt Phthalocyanine Surface Acoustic Wave Sensor for Chloride Sensing in Water Samples," *Curr. Trends Anal Bioanal Chem Curr. Trends Anal Bioanal Chem*, pp. 28–35, 2017.
33. M. Loumaigne, G. Laurent, M. H. V Werts, and A. Débarre, "Photoluminescence spectra and quantum yields of gold nanosphere monomers and dimers in aqueous suspension," *PCCP Phys. Chem. Chem. Phys.*, vol. 18, pp. 33264–33273, 2016.
34. D. Marinkova, L. Yotova, J.-M. Ringgaard, and P. Griesmar, "Influence of Ni<sup>2+</sup> on urease activity produced by biofilms of *Arthrobacter oxydans* 1388," *Biotechnol. Biotechnol. Equip.*, vol. 28, no. 2, pp. 266–270, 2014.
35. D. Placko, T. Bore, and T. Kundu, "Family of quantum sources for improving near field accuracy in transducer modeling by the distributed point source method," *Appl. Sci.*, 2016.
36. D. Placko, T. Bore, A. Rivollet, and P.-Y. Joubert, "Original non-stationary eddy current imaging process for the evaluation of defects in metallic structures," *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, vol. 72, no. 1, 2015.
37. T.-H.-N. Dinh, M. Wang, S. Serfaty, and P.-Y. Joubert, "Contactless Radio Frequency Monitoring of Dielectric Properties of Egg White During Gelation," *IEEE Trans. Magn.*, vol. 53, no. 4, pp. 1–7, 2017.
38. D. Syvilay, V. Detalle, N. Wilkie-Chancellor, A. Texier, L. Martinez, and S. Serfaty, "Novel approach of signal normalization for depth profile of cultural heritage materials," *Spectrochim. Acta Part B At. Spectrosc.*, vol. 127, pp. 28–33, 2017.
39. A. Taylor, H. Oriot, L. Savy, F. Daout, and P. Forster, "Moving targets detection capacities improvement in Multichannel SAR framework," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 55, no. 6, p. pages 3248–3260, 2017.
40. S. Tirat, I. Degano, J.-P. Echard, A. Lattuati-Derieux, A. Lluveras-Tenorio, A. Marie, S. Serfaty and J.-Y. Le Huerou "Historical linseed oil/colophony varnishes formulations: Study of their molecular composition with micro-chemical chromatographic techniques," *Microchem. J.*, vol. 126, pp. 200–213, 2016.

1.

41. C. I. Trainito, O. Français, and B. Le Pioufle, "Monitoring the permeabilization of a single cell in a microfluidic device, through the estimation of its dielectric properties based on combined dielectrophoresis and electrorotation in-situ experiments," *Electrophoresis*, p. 36, (9-10), 1151- 1122, 2015.
42. N. Wilkie-Chancellor, Y. Wang, L. Martinez, B. Roucaries, and S. Serfaty, "Laser Experimental Study of the Surface Vibrations of EMUS Sensor," *Phys. Procedia*, vol. 70, pp. 961–964, 2015.

#### Articles de synthèse / revues bibliographiques

Autres articles (articles publiés dans des revues professionnelles ou techniques, etc.)

## 2- Ouvrages

**On dressera la liste des ouvrages qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Direction et coordination d'ouvrages / édition scientifique

1. D. Placko, *Metrology in industry: The key for quality*. books.google.com, 2013.
2. D. Placko, *Fundamentals of instrumentation and measurement*. books.google.com, 2013.

#### Chapitres d'ouvrage

1. Fourati, N., Blel, N., Lattach, Y., Ktari, N., Zerrouki, C. *Chemical and Biological Sensors from Conducting and Semiconducting Polymers*. In *Materials Science and Materials Engineering*. doi:10.1016/B978-0-12-803581-8.01733-1.
2. Fourati, N., Zerrouki, C., *Immunosensing with surface acoustic wave sensors: toward highly sensitive and selective improved piezoelectric biosensors.*, In *New Sensors and Processing Chain*, Jean-Hugh Thomas, Nourdin Yaakoubi, ISBN 978-1-84821-626-6. November 2014, Wiley-ISTE.
3. Olivier Français and Bruno Le Pioufle, *Single Cell Electrical Characterization Techniques*. In *Handbook of Electroporation*, Miklavcic, D., Ed. Springer International Publishing: Cham, 2016; pp 1-18
4. M Robin-Frénéa and B Le Pioufle *Electrostatic for biodevices: dielectrophoresis*. In *Engineering for Micro/Nano P.-Y. J. Thi Hong Nhung Dinh, Mengze Wang, Stéphane Serfaty, Dominique Placko, "Evaluation of a Dielectric Inclusion Using Inductive RF Antennas and Artificial Neural Networks for Tissue Diagnosis,"* in *Volume 43: Electromagnetic Non-Destructive Evaluation (XXI)*, 2018, pp. 255–262.
5. D. Placko, F. Lamarque, L. D. Maillet, E. P. Picart, "Instrumentation and Measurement," *Citeseer.osystems - Fundamentals and Applications*, Springer International Publishing: Accepté, à paraître en 2018
6. P.-Y. J. Thi Hong Nhung Dinh, Mengze Wang, Stéphane Serfaty, Dominique Placko, "Evaluation of a Dielectric Inclusion Using Inductive RF Antennas and Artificial Neural Networks for Tissue Diagnosis," in *Volume 43: Electromagnetic Non-Destructive Evaluation (XXI)*, 2018, pp. 255–262.
7. N. Jaffrezic-Renault, *Instrumentation et interdisciplinarité : Capteurs Chimiques et Physiques*. EDP Sciences, 2013. Un chapitre consacré à l'instrumentation et l'imagerie médicale notamment la partie consacrée aux capteurs inductifs radiofréquences pour la caractérisation de tissus biologiques

## 1- Colloques / congrès, séminaires de recherche

**On dressera la liste de ces produits qu'on numérotera de 1 à x. Cette liste ne couvre pas exhaustivement la production de l'unité mais seulement les 20% les plus significatifs.**

#### Éditions d'actes de colloques / congrès

1. International conference on New Computational Methods for Inverse Problems (NCMIP), organization, 6 éditions : 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018, *Journal of Physics : Conference Series*, IOP publishing.
2. Colloque interdisciplinaire en instrumentation (C2i 2016), 2 volumes spéciaux de la revue *Instrumentation, Mesure, Métrologie (Méthodes optiques*, vol. 15/1-2 – 2016, *Méthodes d'instrumentation et d'analyse des mesures*, Vol. 16/1-2 – 2017, à paraître), liés au C2i 2016 (Saint Nazaire).
3. International Cosmetic Measurement & Testing (COMET) 2015, 2017 IEEE Xplore Digital Library

## Articles publiés dans des actes de colloques / congrès

1. Dine, A., Elouardi, A., Vincke, B., & Bouaziz, S. (2015). Graph-based SLAM embedded implementation on low-cost architectures: A practical approach. In 2015 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). Seattle: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2015.7139838>
2. Njiki, M., Elouardi, A., Bouaziz, S., Casula, O., & Roy, O. (2013). A real-time implementation of the Total Focusing Method for rapid and precise diagnostic in non destructive evaluation. In 2013 IEEE 24th International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP). Washington: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ASAP.2013.6567582>
3. Nguyen, D.-D., El Ouardi, A., Aldea, E., & Bouaziz, S. (2016). HOOFR: An enhanced bio-inspired feature extractor. In 2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR). Cancun: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7900090>
4. Burbano, A., Vasiliu, M., & Samir, B. (2016). 3D Cameras Benchmark for Human Tracking in Hybrid Distributed Smart Camera Networks. In the 10th International Conference. Paris, France: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2967413.2967431>
5. Dekkiche, D., Vincke, B., & Mériqot, A. (2016). Investigation and performance analysis of OpenVX optimizations on computer vision applications. In 2016 14th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV). Phuket, Thailand:
6. Attal, F., Boubezoul, A., Oukhellou, L., & Espie, S. (2013). Riding patterns recognition for Powered two-wheelers users' behaviors analysis. In ITSC 2013 - 16th International IEEE Conference On Transportation Systems (p. 7p). France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00865030>
7. Lu, W., Seignez, E., Rodriguez Florez, S. A., & Reynaud, R. (2014). Lane Marking Based Vehicle Localization Using Particle Filter and Multi-Kernel Estimation. In The 13th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2014. Marina Bay Sands, Singapore. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01095614>
8. Sattarov, E., Gepperth, A., Rodriguez Florez, S. A., & Reynaud, R. (2015). Calibration-free match finding between vision and LIDAR. In Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2015 IEEE (pp. 1061–1067). Seoul, South Korea. <https://doi.org/10.1109/IVS.2015.7225825>
9. Saussard, R., Bouzid, B., Vasiliu, M., & Reynaud, R. (2015). The embeddability of lane detection algorithms on heterogeneous architectures. In IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). Quebec City, Canada. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2015.7351697>
10. Awang Salleh, D. nur S. D., & Seignez, E. (2016). Monocular visual odometry with road probability distribution factor for lane-level vehicle localization. In 14th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV). phuket, Thailand. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01667686>
11. Vin, I., Gaillot, D. P., Laly, P., & Liénard, M. (2013). Non-cooperative mobile localization using a 3D database correlation technique. In 15th International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, ICEAA 13, 3rd IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications, IEEE APWC 13, 1st Electromagnetic Metrology Symposium, EMS 13. Torino, Italy. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00961466>
12. Vandoni, J., Aldea, E., & Le Hégarat-Masclé, S. (2017). An evidential framework for pedestrian detection in high-density crowds. In 2017 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS). Lecce, Italy: IEEE. <https://doi.org/10.1109/AVSS.2017.8078498>
13. Pellicanò, N., Aldea, E., & Le Hégarat-Masclé, S. (2016). Robust Wide Baseline Pose Estimation from Video. In 2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR). Cancun, Mexico: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7900230>
14. Rekik, W., Le Hégarat-Masclé, S., André, C., Reynaud, R., & Ben Hamida, A. (2014). Object reconstruction in an image based on belief function representation. In International Conference on Image Processing (ICIP'14). Paris, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01728646>
15. Lachaize, M., Le Hégarat-Masclé, S., Aldea, E., Maitrot, A., & Reynaud, R. (2016). SVM classifier fusion using belief functions: application to hyperspectral data classification. In Belief Functions: Theory and Applications - 4th International Conference. Prague, Czech Republic. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01691958>
16. Cai, C., Rodet, T., & Lambert, M. (2015). Efficient model choice and parameter estimation by using Nested Sampling applied in Eddy-Current Testing. In IEEE (Ed.), 40th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2015) (pp. 4165–4169). Brisbane, Australia. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2015.7178755>
17. Zheng, Y., Fraysse, A., & Rodet, T. (2013). A subspace-based variational Bayesian method. In 38th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) (p. id 4489). Vancouver, Canada. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00819241>

1.

18. Bernhardt, S., Boyer, R., Marcos, S., Eldar, Y., & Larzabal, P. (2014). Cramer-Rao Bound for Finite Streams of an Arbitrary Number of Pulses. In EUSIPCO'14 (p. nc). Lisbonne, Portugal. Retrieved from <https://hal-supelec.archives-ouvertes.fr/hal-01005005>
19. Boyer, R., Larzabal, P., & Fleury, B. (2016). Oracle performance estimation of Bernoulli-distributed sparse vectors. In 2016 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP). Palma de Majorque, Spain. <https://doi.org/10.1109/ssp.2016.7551780>
20. Brossard, M., El Korso, M. N., Pesavento, M., Boyer, R., & Larzabal, P. (2016). Calibration of Radio Interferometers Using a Sparse DoA Estimation Framework. In 24th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). Budapest, Hungary. <https://doi.org/10.1109/eusipco.2016.7760253>
21. Chinatto, A., Soubies, E., Junqueira, C., Romano, J. M. T., Larzabal, P., Barbot, J.-P., & Blanc-Féraud, L. (2015). L0-Optimization for Channel and DOA Sparse Estimation. In International Workshop on Computational Advances in Multi-Sensor Adaptive Processing (CAMSAP) (pp. 305–308). Cancun, Mexico: IEEE. <https://doi.org/10.1109/CAMSAP.2015.7383797>
22. Féreol, A., & Larzabal, P. (2017). Projector's weighting for W-MUSIC: An alternative to RMT. In 2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). Kos, France: IEEE. <https://doi.org/10.23919/EUSIPCO.2017.8081553>
23. Ferreol, A., Delestre, C., & Larzabal, P. (2014). DoA estimation performances of multi-parametric MUSIC in presence of modeling errors - case of coherent multi-paths. In ICASSP. Florence, Italy. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01728180>
24. Ollier, V., Boyer, R., El Korso, M. N., & Larzabal, P. (2016). Bayesian Lower Bounds for Dense or Sparse (Outlier) Noise in the RMT Framework. In 9th IEEE Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop (SAM 2016). Rio de Janeiro, Brazil. <https://doi.org/10.1109/sam.2016.7569694>
25. Ollier, V., El Korso, M. N., Boyer, R., Larzabal, P., & Pesavento, M. (2016). Joint ML calibration and DOA estimation with separated arrays. In IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Shanghai, China. <https://doi.org/10.1109/icassp.2016.7472227>
26. Boizard, M., Ginolhac, G., Pascal, F., Miron, S., & Forster, P. (2013). Numerical performance of a tensor music algorithm based on HOSVD for a mixture of polarized sources. In 21st European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2013). Marrakech, Morocco. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00871220>
27. Breloy, A., Ginolhac, G., Pascal, F., & Forster, P. (2014). Robust estimation of the clutter subspace for a Low Rank heterogeneous noise under high Clutter to Noise Ratio assumption. In 2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2014) (pp. 1–5). Florence, Italy. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2014.6853559>
28. Rizi, M. Y., Pastur, L. R., Abbas-Turki, M., Abou-Kandil, H., & Fraigneau, Y. (2014). Feedback control for oscillation damping in cavity flow. In American Physical Society (APS), Division of Fluid Dynamics (Vol. 59). San Francisco, United States. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01726872>
29. X. Bai, D. Syvilay, N. Wilkie-Chancellor, L. Martinez, S. Serfaty, and V. Detalle, "Identification of painting materials by the combination of LIBS-LIF-Raman spectroscopy in different ns-laser wavelength regimes," 9th Int. Conf. Laser Induc. Break. Spectrosc., 2016.
30. P. Bodénès, F. Lopes, D. Pareau, O. Français, and B. Le Pioufle, "A Microfluidic Device for the Real-Time Characterization of Lipid Producing Algae Cell Population Submitted to a Pulsed Electric Field," in 1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies, 2015, vol. 53, pp. 409–413
31. T. Bore, P.-Y. Joubert, and D. Placko, "Distributed point source method for the modeling of a three-dimensional eddy current NDE problem," in SPIE Smart Structures and Materials + Nondestructive Evaluation and Health Monitoring, 2014.
32. T. Bore, D. Placko, F. Taillade, S. Delepine-Lesoille, G. Six, and P. Sabouroux, "Theoretical and experimental study of a time-domain-reflectometry (TDR) probe used for water content measurement of clayrock through their electromagnetic properties," in Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems, 2013.
33. C. Cai, T. Bore, F. Delaine, N. Gasnier, R. Soulat, and E. Vourc'H, "3D reconstruction of surface cracks using bi-frequency eddy current images and a direct semi-analytic model," in 7th Conference on New Computational Methods for Inverse Problems, 2017.
34. F. Daout and F. Schmitt, "Analysis of a bistatic Radar Cross Section measurement capability for the Boris Vian anechoic chamber," in 2014 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA), 2014, pp. 1–4.
35. B. David, E. Perrin, L. Mélanie, C. Morgan, B. Le Pioufle, and O. Français, "Reproducing topography and roughness of osteoconductive materials in a microfluidic device for bone tissue engineering," in 4th European Conference on Microfluidics, 2014.
36. D. Desplan, A. Lemarquand, M. Michiel, S. Serfaty, P. Griesmar, and J.-Y. Le Huérou, "High frequency rheology monitoring for emulsion stability characterization," in IEEE Conference on Cosmetic Measurements and Testing 2017, 2017.

1.

37. P. Didier, J.-F. Coulon, S. S. F. Faure, and F. Razan, "Faisabilité d'un microcapteur électromécanique par optimisation d'adhérence des interfaces verre/métal et fluide biologique," in JADH, 2013, pp. 210–214.
38. A. El Fellahi, T. Bore, L. Rousseau, B. Le Pioufle, and O. Français, "Microwave Sensor within a Microfluidic Chip for Biological Applications," in Eurosensors, 2017, vol. 1, no. 4, p. 523.
39. C. Eyraud, A. Litman, H. Tortel, M. Sobrero, and F. Daout, "Near-subsurface imaging with a single frequency scanner," in PIERS, 2015.
40. M. Ferhat, E. Vourc'h, F. Daout, T. Bore, S. Lesoille, and C. Gatabin, "Broadband dielectric spectroscopy open ended probe for the characterization of dispersive materials," in 11th International Conference on Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances, 2016.
41. N. Fourati and C. Zerrouki, "Surface acoustic wave sensors: From design to chemical and biological applications," in 2017 XXXI<sup>nd</sup> General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science (URSI GASS), 2017.
42. O. Français and B. Le Pioufle, "Microfluidic devices for the cell sensing and treatment," in GLEAM'15, 2015.
43. F. Hamdi, W. Wang, F. Subra, E. Dufour-Gergam, O. Français, and B. Le Pioufle, "High Density Cell Electrofusion on Chip Using an Array of Non-Connected Metallic Pads," in Biodevices, 2013, pp. 68–72.
44. P.-Y. Joubert, Z. Xi, Y. Le Diraison, and E. Vourc'h, "Dispositif instrumental d'imagerie à courants de Foucault pulsés," in 6<sup>ème</sup> Colloque Interdisciplinaire en Instrumentation, C2I 2013, 2013, p. 6.
45. P.-Y. Joubert and Y. Le Diraison, "Pulsed eddy current imaging device for enhanced evaluation of complex parts," in XXII International Workshop on Electromagnetic Nondestructive Evaluation, 2017.
46. P.-Y. Joubert, Y. Le Diraison, X. Zhou, and E. Vourc'h, "Pulsed eddy current imaging device for non destructive evaluation applications," in SENSORS, 2013 IEEE, 2013.
47. B. Le Pioufle and O. Français, "Mechanical and Electrical sensing of single biological cell properties within microfluidic devices," in NEMS (Nano Engineering Molecular Systems), 2017.
48. M. Lopez, N. Wilkie-Chancellier, X. Bai, L. Martinez, S. Serfaty, M. Menu, V. Detalle, « First evaluation of the cleaning of easel paintings by an optical scalpel », International Conference on Laser Ablation (COLA'17), Marseille, France, 2017, 3-8 June
49. M. Loumagne and M. H. V Werts, "Microfluidic dark field detection of aggregating plasmonic nanoparticles," in 2nd EOS Conference on Optofluidics (EOSOF 2013), 2013.
50. M. Loumagne, M. H. V Werts, and A. Débarre, "Time-of-flight photon spectroscopy for spectral analysis of particles diffusing one by one," in ICES 2015 - 2nd International Conference on Enhanced Spectroscopies, 2015.
51. Moreau, G.; Fourati, N.; Zerrouki, C.; Mouhsine, H.; Montes, M.; Port, M.; Sylla-Iyarreta Veifía, M.; Zagury, J-F.; Yaakoubi, N. Surface acoustic wave biosensors for the quantification of TNF- $\alpha$ /SPD-304 interaction. EUROSENSORS 2016, September 4-7, Budapest, Hungary.
52. G. Masilamany, P.-Y. Joubert, S. Serfaty, and Y. Le Diraison, "Evaluation of a high sensitivity radiofrequency inductive probe for the non-contact sensing of dielectric properties of organic media," in EMSA 2014, 2014.
53. G. Masilamany, P.-Y. Joubert, S. Serfaty, B. Roucaries, and P. Griesmar, "Evaluation of a high sensitivity radiofrequency inductive probe for the non-contact sensing of dielectric properties of organic media," in 2015 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), 2015.
54. C. Midelet, B. Le Pioufle, O. Français, and M. H. V Werts, "Analysis of dielectrophoretic trapping of functionalized gold nanoparticles in liquid solution." 2017.
55. D. Placko, A. Rivollef, T. Bore, and S. Gourlaouen, "Extension de la méthode de modélisation multi-physique DPSM à l'analyse d'écoulements fluidiques, par exploitation des analogies avec les domaines de l'électromagnétisme et des ultrasons.," in 7<sup>ème</sup> Colloque Interdisciplinaire en Instrumentation, 2016.
56. S. Serfaty, R. Besse, J.-Y. Le Huérou, and E. Lati, "Ex vivo TSM online monitoring of skin dehydration," in 2015 Conference on Cosmetic Measurements and Testing (COMET), 2015.
57. S. Serfaty, G. Masilamany, P. Joubert, B. Roucaries, and P. Griesmar, "Wireless implementation of high sensitivity radiofrequency probes for the dielectric characterization of biological tissues," in 2014 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), 2014.
58. S. Serfaty, T. Dinh, E. Martincic, and P.-Y. Joubert, "Monitoring of yogurt formation using a contactless radiofrequency dielectric sensor," in 2016 IEEE SENSORS, 2016.
59. D. Syvilay, V. Detalle, A. Texier, N. Wilkie-Chancellier, L. Martinez, and S. Serfaty, "Novel approach of signal normalization for in situ characterization of cultural heritage materials," in 8th Euro-Mediterranean Symposium on Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (EMS LIBS 2015), 2015.
60. A. Taylor, P. Forster, F. Daout, H. Oriot, and L. Savy, "A generalization of the fixed point estimate," in EUSIPCO 2015, 2015.

1.

61. A. Taylor, H. Oriot, L. Savy, F. Daout, and P. Forster, "Moving targets detection and location estimation on airborne SAR images," in IGARSS 2015 - 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2015.
62. C. I. Trainito, E. Bayart, E. Bisceglia, F. Subra, O. Français, and B. Le Pioufle, "Electrorotation as a Versatile Tool to Estimate Dielectric Properties of Multi-scale Biological Samples: from Single Cell to Spheroid Analysis," in 1st World Congress on Electroporation and Pulsed Electric Fields in Biology, Medicine and Food & Environmental Technologies, 2015, vol. 53, pp. 75–78.
63. M. Wang, P.-Y. Joubert, S. Serfaty, T. Bore, and D. Placko, "Semi-analytical Modeling of Single Loop Inductive RF Sensors Used to Sense and Locate Inclusions in Dielectric Media," in Progress In Electromagnetics Research Symposium, 2015, p. 1584.
64. M. H. V Werts, M. Loumagne, J. R. G. Navarro, J. Midelet, A. G. Kanaras, and A. Débarre, "Linear and non-linear optical spectroscopy of 'well-behaved' colloidal suspensions of nanocrystal assemblies," in NaNaX7 - Nanoscience with nanocrystals, 2016.

#### Autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche

Séminaire "Fusion de données" du collège de Polytechnique. 3h. 2013-14-15-16-17

Séminaire "Filtre de Kalman pour la localisation". Formation Télécom Paristech pour Renault. 3x1h. 2017-18.

## 2- Organisation de colloques / congrès

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

1. Organisation d'un workshop 'Traitement du signal en radioastronomie', Octobre 2017
2. Conférence NCMIP : International conference on New Computational Methods for Inverse Problems, organization de 6 éditions 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018, lieu ENS Paris-Saclay.
3. COsmeticMEasurement and Testingcongress (COMET 2015), 8-9 juin 2015, Cergy-Pontoise : 80 participants, 4 keynotes, 20 présentations orales, 30 posters, 8 exposants
4. COsmeticMEasurement and Testingcongress (COMET 2017), 6-7 juin 2017, Cergy-Pontoise : 150 participants, 4 keynotes, 30 présentations orales, 35 posters, 12 exposants
5. LAser in the CONservation of Artworks (LACONA XII), 10-14 septembre 2018, Paris : 200 participants, 6 keynotes, ....
6. Salon International des UAV, Aéromodélisme et Simulation, Workshop, Centre des Convention (CCO), Oran, Algérie, 30 Octobre-2 Novembre 2014 (35 exposants industriels, académiques et associations. 26 présentations Orales académiques) plus de 180 participants Académiques et Industriels au niveau International.
7. Workshop « Focus Microsystèmes, Ultrasons et 3D », 10 avril 2014, Université de Cergy-Pontoise, soutenu par la société Polytec France : 18 présentations scientifiques devant 50 participants (universitaires et industriels).
8. Workshop « Instrumentation innovante pour la criminalistique », 8 juin 2017, dans le cadre du cycle thématique R2S 2017 (Risque, Société et Sécurité) au sein de l'Institut d'Etudes Avancées de Cergy-Pontoise
9. Workshop « Aide à la décision », 15 septembre 2017, dans le cadre du cycle thématique R2S 2017 (Risque, Société et Sécurité) au sein de l'Institut d'Etudes Avancées de Cergy-Pontoise

## 3- Produits et outils informatiques

La liste de ces produits de la recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

#### Logiciels

- VisuCentrales : logiciel de visualisation synchronisée d'acquisition multi-systèmes pour l'étude du comportement des conducteurs
- Archisim2 : logiciel de simulation multi-acteurs de trafic routier, incluant les dispositifs ITS
- Vigisim2 : simulateur de conduite pour l'évaluation de l'impact des troubles du sommeil
- FundVid : estimation de matrices fondamentales en vision robotique à partir des flots videos synchronisés; <https://github.com/MOHICANS-project/fundvid>
- 2CoBel : Belief Function Theory library for 2D spaces; <https://github.com/MOHICANS-project/2CoBel>

1.

- Valet de parking.
- User DPSM software" Déposé par le CNRS à l'Agence de Protection des Programmes (APP) le 16 janvier 2015, certificat N°IDDN.FR.001.040020.000.S.P.2015.000.31235, Logibox conservé par l'APP N° 89080.

#### Bases de données

- Base de données, enregistrement de données multi-capteurs sur motos, dans des situations de conduites sur routes et sur pistes, pour l'étude de la prise de virages.
- Base de données, enregistrement de données multi-capteurs sur véhicule avec scénarios incluant des piétons et vérité terrain associée.

#### Outils d'aide à la décision

- Conception de modules de formation aux habiletés cognitives de conduite moto sur simulateur
- Outil pour assister la gestion et la sécurité de foules très denses (MOHICANS)

#### Outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs

## 4- Développements instrumentaux et méthodologiques

La liste de ces produits et activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

#### Prototypes et démonstrateurs

1. SolarBox, pour la société Bio-EC, 2015
2. Bio-réacteur instrumenté, pour la société Phycosource, 2016
3. Gonio-Colorimètre, pour la société Seelabs, 2017
4. Data Logueur d'enregistrement de données multicapteurs sur véhicules (2 et 4 roues) 2014.
5. Module de calcul hétérogène combinant FPGA/CPU et microcontrôleur embarqués (Module noeud de contrôle et calcul distribué RANABED).

#### Plateformes et observatoires

1. LaserInnov, UCP
2. Cosmetomics#UCP,
3. Salles Blanches, ENS Cachan + ENS Rennes
4. Véhicule instrumenté et automatisé AMADEO (2013) DIGITEOLAB Paris Saclay.
5. Véhicule instrumenté et automatisé, véhicule ZOE électrique DIGITEOLAB Paris Saclay.
6. Motos Instrumentées pour la mesure du comportement des conducteurs (ER6 projet SIM2CO+ et CBF1000 projet DAMOTO).
7. Moto robotisée pour l'étude de la dynamique moto (APRILIA "ROBOTMOTO").
8. Simulateur dynamique moto pour l'étude du comportement des conducteurs "SIMACOM".
9. Plateforme de caractérisation, Biocapteurs et capteurs chimiques (Cnam)

## 5- Autres produits propres à une discipline

1. Nous avons réalisé des modules électroniques pour l'instrumentation, la mesure le le contrôle d'actionneurs, ainsi que de nœuds de calculs spécifiques pour nos activités d'instrumentation et de calcul embarqué. Ces modules (Nœud) sont communicants sur un Bus CAN (COntroller Area Network). Ces composants sont perçus comme des COTS (Composants sur étagères) qui nous permettent de construire des dispositifs instrumentaux par assemblage de briques.
2. Actions régulières lancées en lien avec le patrimoine et les cosmétiques, dans ce cadre j'ai régulièrement répondu à plusieurs sollicitations vers les médias depuis 4 ans. Ainsi deux hashtag sur tweeter permettent de suivre l'actualité (#cosmetomique et #patrimex) des interviews télévisées<sup>1</sup> ou dans la presse spécialisée<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=PVMVNErU5R8> (février 2015)

<sup>2</sup> dans contrôle tests & mesures [http://www.dermscan.com/pharmascan/wp-content/uploads/sites/3/2015/08/TestsMesures\\_Mars2015.pdf](http://www.dermscan.com/pharmascan/wp-content/uploads/sites/3/2015/08/TestsMesures_Mars2015.pdf)

## Annexe 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

- 1.
3. Conférence de presse du 18 Novembre 2015 au Lycée Tirel (Paris), *L'UCP place la recherche au cœur de ses formations*<sup>3</sup>, participants : le Parisien Étudiant, NewsTank, Educpros – L'étudiant, Le Journal Des Universités, Le Monde, dépêche AEF.
4. Vidéos MT180 Davina Desplan, France et Liège
5. Zeste de sciences (CNRS) : Crème (très) fraîche, <https://www.youtube.com/watch?v=SvjqBzxzNYs>
6. Parlons Passion, 2015 <https://www.youtube.com/watch?v=JpKXsAliiKl>
- 7.

...

## 6- Activités éditoriales

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### Participation à des comités éditoriaux (journaux scientifiques, revues, collections, etc)

1. P. Larzabal, Associate Editor IEEE Trans on SP
2. P. Larzabal, Handling Editor Signal Processing
3. S. Rodriguez, comité éditorial ITSC 2018
4. D. Placko, revue Instrumentation, Mesure, Métrologie (I2M), éditions Hermès Lavoisier, depuis 2013, 2014.
5. S. Serfaty, Comité Français d'Évaluation de la Coopération Scientifique et Universitaire avec le Brésil (COFECUB).
6. E. Yourc'h, Revue Instrumentation, Mesure, Métrologie (I2M), éditions Hermès Lavoisier, depuis 2015.

### Direction de collections et de séries

1. Rédaction en chef (Dominique Placko) de la revue Instrumentation, Mesure, Métrologie (I2M), éditions Hermès Lavoisier, depuis 2013, 2014.
2. Co-rédaction en chef (Eric Yourc'h) de la revue Instrumentation, Mesure, Métrologie (I2M), éditions Hermès Lavoisier, depuis 2015.
3. Direction de la revue "Instrumentation, Mesure, Métrologie (I2M)" aux éditions Hermes/Lavoisier : "Capteurs à fibre optique : développements et applications", Vol. 13 N°1-2, coordonnateur : Frederic Taillade, 160 pages, juin 2013 ; Capteurs piézoélectriques : développements et applications en milieux complexes", Vol. 13 N°3-4, coordonnateurs : Najla Fourati, Chouki Zerrouki, 176 pages, décembre 2013 ; "Instrumentation en électrochimie", Vol. 14 N°1-2, coordonnateurs : Nicole Jaffrezic-Renault, 176 pages, juin 2014.
4. Direction de la collection "Instrumentation and Measurement Series" aux éditions ISTE/Wiley : "Uncertainty Theories and Multisensor Data Fusion", Alain Appriou, 06/2014, 288 pages; "New sensors and Processing Chain", Jean-Hugh Thomas and Nourdin Yaakoubi, 10/2014, 166 pages ; "New Techniques in Digital Holography", Pascal Picart, 02/2015, 318 pages

## 7- Activités d'évaluation

La liste de ces activités de recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### Évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques (relecture d'articles / reviewing)

IEEE Sensors Journal, IEEE Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control Society, IEEE Transactions on Magnetics, Journal of the Acoustical Society of America, Ultrasonics, Sensors and Actuators  
 PLOSone, Lab on Chip, Biosensors, Journal of Micromechanics and Microengineering, Analytical Chemistry, Biosensors and bioelectronics, Bioelectrochemistry, The Analyst, PNAS, IEEE transactions on biomedical engineering, Drug Delivery Today, Microfluidics and nanofluidics, Biomaterials, Nano Today, Nanotechnology, Biomedical Microdevices, International Journal of Molecular Sciences, biomacromolécules, European Journal of Applied Physics (EPJAP), IEEE transactions on nanobiosciences, ACS surfaces and interfaces, Acta Biomaterialia, Athens Journal of Technology and Engineering, Biosensors and Bioelectronics, Electrochimica Acta, Energy Conversion and Management, Expert system with applications, Functional Materials Letters, Industrial and Engineering Chemistry Research, International Journal of Modern Physics B, Journal of Applied Electrochemistry, Journal of Molecular Recognition, Micromachines, Sensor Letters, Sensors, Langmuir, Journal of Alloys and Compounds, Micro Chimica Acta,

<sup>3</sup> <http://www.studyrama.com/formations/filieres/universite/actualite/l-ucp-veut-sensibiliser-les-etudiants-a-la-recherche-101401>

1.

Chemical papers : "Ultrathin organic, inorganic, hybrid and living cell coatings" ; Int. J. Nanotechnology, Chemical Physics letters.

Conférences DSC, RSS, et revue Transportation Research

Séminaire IEEE Algérie, The 6th and 7th Seminar on Detection Systems: Architectures and Technologies, February 20-22, 2017, DAT 2014 et 2017 Algérie,

Colloque Interdisciplinaire en Instrumentation C2I'2013 et 2016,

Conference on Complex Systems WCCS2014

International Conference on Multimedia Computing and Systems ICMCS.

Relecteur pour TS, Signal Processing, IEEE Trans on SP, IEEE Trans on AES

Relecteur pour : SAM, SSP, EUSIPCO, CAMSAP, ICASSP, GRETSI

Relecteur et membre du comité de programme du CETSIS (colloque sur l'enseignement des technologies et des sciences de l'information et des systèmes)

Relecteur pour IEEE sensors, IEEE SMC-B, IEEE ICARCV, Fusion ISIF, IV, ITSC, MVAP

Relecteur pour IJAR, Information Sciences, Engineering Applications of Artificial Intelligence

### Évaluation de projets de recherche

1. ANRs
2. Labex LASIPS, PATRIMA, ...
3. Equipex Patrimex
4. Fondation des Sciences du Patrimoine
5. Région IdF
6. Région Aquitaine
7. Crédit Impôt Recherche (CIR)
8. Cofecub (Brésil)
9. U.S. – Israel Binational Science Foundation
10. Académie des sciences de la république Tchèque
11. *Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation), 2013 and 2014;*

### Évaluation de laboratoires (type Hcéres)

1. Expert HCERES pour l'ISAE, pour l'INL, LAAS
2. S. Serfaty, HCERES Evaluation des établissements supérieurs, à l'international (Polytechnique Hanoï et Génie Civil Hanoï, Vietnam)
3. S. Serfaty, Evaluation HCERES des établissements supérieurs, à l'international (Tech, Costa Rica)

### Responsabilités au sein d'instances d'évaluation

1. S. Le Hégarat et A. Elouardi, membre du CNU 61
2. J.-Y. le Huérou et Loïc Martinez, membre du CNU 63
3. S. Serfaty VP CA de la fondation des sciences du Patrimoine (FSP)
4. S. Serfaty VP CS Université de Cergy-Pontoise
5. S. Serfaty VP CAC et CACR Université de Cergy-Pontoise
6. S. Serfaty VP CA de Cosmetic Valley

## 8- Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives

La liste de ces contrats n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### Contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO , etc.)

1. 2017-2020 : H2020 SimuSafe SIMULATOR OF BEHAVIOURAL ASPECTS FOR SAFER TRANSPORT.
2. Réseau d'excellence NoENEWCOM# (2012 - 2018) Sujet : Représentation parcimonieuse pour les réseaux de communications numériques Partenaires : Uni. d'Aalborg et Technion,
3. Projet international CAPES-COFECUB Ph 772-13COMPEST (Estimation paramétrique robuste de systèmes linéaires sous-déterminés par la technique du compressive sensing)" 2013-2016
4. Controlled and reversible modulation of the optical response of noble metal nanoassemblies for biosensing in microfluidic systems 2010-2014 COMONSENS
- 5.

### Contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)

1. 2010-2014 : ANR COMONSENS, Controlled and reversible modulation of the optical response of noble metal nanoassemblies for biosensing in microfluidic systems

1.

2. 2011-2014 : ANR SIM2CO+, Conception de modules de formation aux habiletés cognitives de conduite moto sur simulateur
3. 2015 : ANR MOHICANS, Vers une modélisation de foules très denses pour assister la gestion et la sécurité
4. 2016 : ANR S2UCRE, Safety and Security of Urban Crowded Environments  
2016-2019 : ANR Virolo++, Étude de la prise de virage en moto : applications à la formation et aux STI (Systèmes de Transport Intelligent)
5. 2011-2016 : ANR ELA, IRT SystemX - Electronique et Logiciel pour Automobile
6. 2009-2014 : ANR CHAPERSONA, Commande Haute PERFORMANCE pour les Systèmes d'Optique Adaptative
7. 2017-20 : ANR EPSILOMICS, Système de puces nanofluidiques pour le dosage de biomarqueurs en quantité epsilon dans les échantillons biologiques humains
8. 2017 : ANR Theranalpha, Petites molécules theranostiques inhibitrices du TNFa pour le traitement de la polyarthrite rhumatoïde
9. 2014 - 2018 : ANR MAGELLAN Machine learning for very large arrays in radioastronomy.
10. 2010-13 : FUI SMARTMESH, SYSTEMATIC-Surveillance par fusion sur réseau de capteurs
11. 2014-17 : FUI Blue Hyal. Objectif ; Développement d'actifs cosmétiques végétaux de nouvelle génération, éco-responsables et finement adaptables au couple formule/activité recherchée.
12. 2016-19 : FUI S'KIN : Nouvelles perspectives dans le traitement des désordres cutanés
13. 2017-19: FUI Biker Angel solution pour avertir les secours grâce à un dispositif de détection et de géolocalisation des chutes.
14. MI-CNRSMASTODONS-DISPLAY (2013 - 2015) Sujet : Analyse et l'exploitation des très grandes masses de données scientifiques Partenaires : Laboratoire Joseph-Louis Lagrange, L2S, CNAM-Paris, Université de Cergy- Pontoise, LTCl, laboratoire Artemis.
15. MI-CNRSMASTODONS-TITAN (2015 - 2018, fusion des MI-CNRS Display et Gargantua) Sujet : Analyse et l'exploitation des très grandes masses de données scientifiques Partenaires : Laboratoire Joseph-Louis Lagrange, L2S, CNAM-Paris, Université de Cergy- Pontoise, LTCl, laboratoire Artemis.
16. PEPS Astro-informatique "SKALLAS" (initiative interdisciplinaire du CNRS), 2018 Sujet : Adéquation Algorithme Architecture pour relever le défi de traitement des données de taille radioastronomique SKA Partenaire : Lagrange, IETR, CosmoStat-CEA, LSS, INSIS, INSU, Obs. de Paris
17. 2010-2013 CONTRAT CIFRE M2M/CEA
18. 2014-2018 Contrat CIFRE SHOPLINE
19. 2016-2019 Étude de la prise de virage en moto : applications à la formation et aux STI (Systèmes de Transport Intelligent) **Virolo++**
20. 2012-2014 Compréhension des comportements de conduite des utilisateurs de scooters **CSC-SCOOT**
21. 2011-2014 Conception de modules de formation aux habiletés cognitives de conduite moto sur simulateur SIM2CO+
22. 2015 Vers une modélisation de foules très denses pour assister la gestion et la sécurité **MOHICANS**
23. 2010-13 SYSTEMATIC-Surveillance par fusion sur réseau de capteurs **SMARTMESH**
24. 2010-14 RTRA DIGITEO : Robotique + concept car Roboteo Handler
25. 2013-2017 Nanoparticle chiral bio-structures as liquid metamaterials
26. 2017 Petites molécules theranostiques inhibitrices du TNFa pour le traitement de la polyarthrite rhumatoïde **Theranalpha**
27. 2016 Electromicrofluidique: micromanipulation électrique de nanoparticules d'or pour la biodétection en diagnostic in vitro **ELFENOR**
28. 2016 Electromicrofluidique: micromanipulation électrique de nanoparticules d'or pour la biodétection en diagnostic in vitro **ELFENOR**
29. 2016 "Développement de capteurs gravimétriques et électrochimiques pour la détection de nouveaux biomarqueurs tumoraux et des polymorphismes associés au cancer de la prostate"
30. 2017 "Vers de nouveaux composites à matrice polymère époxyde pour la production et le stockage de l'énergie: corrélation entre les propriétés structurales, électriques et optiques, et la nature, forme et taille des charges"
31. 2017 OPTOFLUIDIC READ-OUT OF DNA-PROGRAMMED COLLOIDAL SENSORS
32. 2015-2018 Machine learning for very large array in radioastronomy **MAGELLAN HYPERFUSION**
33. 2013-16 Context-aided Multimodal Object Detection in road traffic **MODALSENSE**
34. 2013 "Perception multimodale Assistée par le Contexte PAC
35. 2017-2018 BIOTIN'IT, BIOMolecular Tangible INTERface based on IoTBIOTINIT
36. 2011-2014 COMmande PERformante de Systèmes Fluides Incertains COPERSFI
37. 2017-2018 Etude de la transition sous-critique à la turbulence dans l'écoulement de Couette plan par traitement d'images SegTurbAc
38. 2013-2014 Système de positionnement de référence pour plateformes expérimentales (Reference)

#### Annexe 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

1.

39. 2014 Modeling and control of a new multi-attractor turbulent flow. Turbfork ICODE
40. 2015 – 2016 capteur de givre passif utilisant la technique du radar harmonique
41. 2015-2016 Alzheimer disease fonctionnalisation for accoustic sensor ALFASENS

#### Contrats avec les collectivités territoriales

1. 2012-2014 : CSC-SCOOT, Compréhension des comportements de conduite des utilisateurs de scooters, Ministère des transports
2. 2016 : ELFENOR, Electromicrofluidique : micromanipulation électrique de nanoparticules d'or pour la biodétection en diagnostic in vitro, Région Bretagne
3. 2013 : PAC, Perception multimodale Assistée par le Contexte, Région IdF
4. 2013 - 2015 : DETMOTS-2A, 90 keDIGITEO Décompositions Tensorielles et Modèles Tensoriels avec Contraintes de Structure. Propriétés, Algorithmes et applications. Partenaires : CNRS/I3S, UPS/L2S, GIPSA.
5. 2011-2016 IRT SystemX - Electronique et Logiciel pour Automobile ELA

#### Contrats financés dans le cadre du PIA

1. 2013-2016 : SAMIA, Suivi de l'altération surfacique de marbres de Carrare, Labex PATRIMA
2. 2016-19 : NetLaser, Optimisation d'une méthode de nettoyage laser, Equipex PATRIMEX
3. 2016-17 : Grandes Résines, Optimisation de procédé de fabrication de reproductions de statues, Labex PATRIMA
4. 2017-20 : PasDeJeu, Etude d'instruments en vue du maintien en état de jeu, Labex PATRIMA
5. 2016-2019 : TIGRE, Labex LASIPS Olivier François
6. 2016-2019 : MES ALGUES, Labex LASIPS Le Pioufle
7. 2013 : SENSES LABEX LASIPS, Bruno LE PIOUFLE
8. 2017 - 2018 : Labex DIGICOSME Classification Bayésienne de données parcimonieuses par projections structurées et application aux systèmes " large-échelle " multidimensionnels/multimodales
9. 2016 : Idex Paris-Saclay-ICODE-Blanc 2016 Méthodes avancées d'estimation paramétriques appliquées à la calibration de grands instruments en radio-astronomie.
10. 2013 : PRESUnivSud Paris Estimateurs non-biaisés pour la localisation de sources parcimonieuses.
11. 2017 2018 : Financement du dep. STIC de l'université Paris-Saclay - "HYPERFUSION", Fusion de grand volume donné hétérogène pour l'imagerie et la spectroscopie spatiale
12. 2016-18 : INVHASIVE Outils et méthodes pour l'étude des interactions véhicules autonomes - opérateurs / passagers humains en situations critiques (Idex Paris Saclay)
13. 2014-2015 SIMUBIO Pos-doc Lasips
14. 2017-2019 ADIPEU\_2 Projet collaboratif Lasips
15. 2016-2019 TIGRE (LASIPS)
16. 2016-2019 MES ALGUES (LASIPS)
17. 2015-2016 CARBIO (LASIPS)
18. 2015-2016 Caractérisation hydromécanique d'argiles gonflantes par méthodes RF RFHYDROMECA (LASIPS)

#### Contrats financés par une institution

1. 2015-2016 : INVERSYM, Reconstruction 2D de fissures par imagerie courants de Foucault (Institut Farman)
2. 2013-2014 : INVERSYM2, Reconstruction 3D de fissures par imagerie courants de Foucault (Institut Farman)
3. 2016-18 : BIOTINIT, Instrumentation d'un modèle moléculaire LIMSI, (Institut Farman)
4. 2016-18 : : CAT (Context-Aware Tracking) (Institut Farman)
5. 2013 : PAC Perception multimodale Assistée par le Contexte (PRES UniverSud)
6. 2015 Idparcimonieuse (FARMAN)
7. 2016 BONLABS (FARMAN)
8. 2017 BIOTININ (FARMAN)
9. 2017 REDEMA (FARMAN)
10. 2017 NAVIG (FARMAN)
11. 2017 DPSM MECAFLU (FARMAN)
12. 2017-18 Datation des os pour l'anthropologie judiciaire DOMUS (PJGN-UCP)
13. 2017 Cycle thématique Institut des études Avancées "Risque Sécurité et Société", R2S (UCP)
14. 2016-20 Estimation du délai post-mortem Post-MortUS (PJGN-UCP)
15. 2017 – 2018 Radar Harmonique pour le suivi de Dispersion d'Auxiliaires et Ravageurs RHADAR ILITE
16. 2016-2017 Caractérisation hydrique de bétons par méthodes RF HYDEM (Farman)
17. 2015-2016 Reconstruction 2D de fissures par imagerie courants de Foucault INVERSYM (Farman)

1.

18. 2013-2014 Reconstruction 3D de fissures par imagerie courants de Foucault INVERSYM2 (Farman)
19. 2015-2018 Application de la modélisation 3D des écoulements en mécanique des fluides par la méthode des sources ponctuelles réparties (DPSM-Méca-Fluides). Recherche de partenaire ou de potentiel sous-licencié
20. 2013-2015 Conception et réalisation d'une chaîne de mesure de teneur en eau de l'argilite et du béton sur la réflectométrie fréquentielle (FARMAN)
21. 2013-2014 Nano thermodynamique de bicouches lipidiques, Nanothermolip (IDA)
22. 2013-2014 Electroporation de micro-algues pour l'extraction de molécules d'intérêt : du mécanisme au procédé, Alguelec (IDA)
23. 2014-2016 Capteurs à ondes acoustiques, microrhéologie pour la détection précoce de la maladie d'Alzheimer ALFASENS (IDA)
24. 2015 Développement d'un process innovant pour le suivi des propriétés photomécaniques des structures AMIPHO (IDA)
25. 2015 Développement d'un outil de caractérisation des propriétés viscoélastiques de matériaux biocompatibles innovants PROMAT (IDA)
26. Analyse des phénomènes à l'interface électrode/électrolyte en environnement microfluidique pour la caractérisation diélectrique cellulaire, FluoChimp (IDA)
27. 2015-2016 Conception d'un microdispositif fluide pour la génération de liposomes géants LipoChip
28. 2017-2018 Imagerie de la dynamique des petites GTPases et leurs régulateurs à l'interface des membranes, Membrane&GTPases (IDA)
29. 2017-2018 Capteur de fluorescence de très haute sensibilité en électro-microfluidique, CAFEMICRO (IDA)
30. 2017-2018 Développement d'une plateforme microfluidique pour l'élaboration de cultures cellulaires sur puce : étude de la perméabilisation de la paroi intestinale de la salmonelle, Digi-Cell (IDA)

#### Autres

1. 2017-2018 : SegTurbAc, Etude de la transition sous-critique à la turbulence dans l'écoulement de Couette plan par traitement d'images,
2. 2015-18 : VEOLIA-Fusion de données pour les métiers de l'environnement : application au traitement des déchets, SATT-Paris-Saclay
3. 2016-20 : Post-MortUS, Estimation du délai post-mortem, U. Paris Seine
4. 2013-16 : Renault "Méthode de détermination d'une performance temporelle d'une unité de traitement électronique exécutant un algorithme"
5. 2013 : Renault "Valet de Parking"
6. 2018-2022 : Renault "traitement de nuages de point en vue de la validation des capteurs de perception du véhicule"
7. 2013-2014 : Système de positionnement de référence pour plateformes expérimentales, U. Paris-Sud
8. 2013 : DISPLAY, Distributed processing for very large array in radioastronomy
9. 2014-16 Optimisation d'un process d'encapsulation de parfum Givaudan
10. 2015-16 Développer un système d'altération accélérée et contrôlée de la peau Bio-EC
11. 2014-17 CIFRE Renault-Métrie pour AAA Métriques
12. 2018-21 CIFRE Renault-Validation sensorielle de véhicule autonome Validation
13. 2015-18 CIFRE VEOLIA-Fusion de données pour les métiers de l'environnement : application au traitement des déchets. Caméra Hyperspectrale
14. Géolocalisation en une étape CIFRE THALES
15. 2013 Distributed processing for very large array in radioastronomy DISPLAY
16. 2017-18 "Projet émergent Paris-Saclay 2017 (Idex) : Outils et méthodes pour l'étude des interactions véhicules autonomes-opérateurs / passagers humains en situations critiques, INVAHSIVE

#### Contrats financés par des associations caritatives et des fondations (ARC, FMR, FRM, etc.)

1. 2017-18 : DOMUS, Datation des os pour l'anthropologie judiciaire, Fondation de l'Université de Cergy-Pontoise
2. 2011-14 : COPERSI, Commande PERformante de Systèmes Fluides Incertains,
3. 2010-14 : Roboteo Handler, Robotique + concept car, Digiteo
4. 2017 Etude sur l'adaptation d'algorithmes de traitement d'image dédiées à l'amélioration de la navigation et de la surveillance aérienne 17HR1995
5. 2015-2019 chaire industrielle (F2I-GIM-UIMM) Chaire *Instrumentation Innovante Pour La Maitrise Des Processus Industriels*

## 9- Post-doctorants et chercheurs seniors accueillis

1.

*On précisera ici les faits observables pertinents pour l'évaluation : nombre, financements, etc. On pourra aussi donner une sélection des publications les plus significatives dans ce domaine.*

#### Post-doctorants

1. Arciniegas Andres : 2016-2017
2. Cai Caifang,
3. Ghodhbani Nacef, 2016-2017
4. Loumagne Matthieu
5. Bai Xueshi (2016-2017)
6. Fabio Stefani 2015-2016
7. Maria Merlan (mars 2016 – sept. 2016) (Post-doctorat financé par le Labex laSIPS) Projet RFhydroméca
8. Abdelhatif El Fellahi (mars 2017 – sept. 2017) (Post-doctorat financé par le Labex laSIPS) Projet RFhydroméca.
9. Absalon Cédric (2014-2015)

#### Chercheurs seniors accueillis

1. Rabah Sadoun, Enseignant chercheur Ecole Nationale Polytechnique Alger. 2014-2017 (séjour de 3 mois par an).
2. Thierry Bore, spécialiste en "Instrumentation for civil engineering", University of Queensland, Australie, 1 mois, mai 2016
3. Thierry Bore, spécialiste en "Instrumentation for civil engineering", University of Queensland, Australie, 3 mois, juin - août 2018
4. Tribikram Kundu, spécialiste ultrasons, University of Tucson, Texas, USA, 1 mois, février 2015
5. Jean Marc Romano (Brésil)
6. Bernard Fleury (Danemark)
7. Cynthia Junquera (Bresil)
8. J-M Garod (Canada)
9. N. Le Normand ( Canada)
10. L. Yotova (Bulgarie)
11. D. Danalev (Bulgarie)
12. D. Marinkova (Bulgarie)
13. E. Monari (Allemagne)
14. T. Pollok (Allemagne)
15. C. Glorieux (Belgique)
16. S. Voth (Allemagne)
17. A. Seyfried (Belgique)
18. V. Tornari (Grèce)
19. Y. Eldar (Israel)
20. Ciprian-Mihai Cirtiu (Canada)
21. O. Smirnov (Afrique Sud)
22. E. Ollila (Finlande)
23. R. Boudra (Algérie)
24. R. Sadoun (Algérie)
25. D. Anglos (Grèce)
26. A. Queen (Irlande)
27. G. Garbo( US)
- ...

## 10-Indices de reconnaissance

*On s'en tiendra aux indices de reconnaissance les plus significatifs pour le rayonnement et l'attractivité de l'unité de recherche.*

#### Prix

1. Vincent Gauthier prix académique du concours THE COSMETIC VICTORIES édition 2018

#### Distinctions

1. comité National de Sécurité Routière (CNSR) : Expert Associé « 2 roues motorisés » de 2013 à 2016

#### Annexe 4 – Sélection des produits et activités de la recherche

- 1.
2. participation en tant « qu'expert international » au projet DISTRACT (Grèce) co-financé par l'Europe (2012 – 2015)
3. Daniva Desplan deuxième prix en finale du concours « Ma thèse en 180 secondes » édition 2017

#### Appartenance à l'IUF

#### Responsabilités dans des sociétés savantes

1. Société Française d'acoustique (Nicolas Wilkie-Chancellor) : membre, élu au CA, trésorier adjoint
2. P. Larzabal, Membre du board de l'IEEE Transactions
- 3.

#### Invitations à des colloques / congrès à l'étranger

1. S. Bouaziz, Séminaire invité, Laboratoire CDTA Alger, "Instrumentation des systèmes embarqués : Application à la robotique mobile", 10 juillet 2017.
2. S Bouaziz, Séminaire à l'Ecole de l'Air Tafraoui, Oran Algérie. "Interaction Systèmes Embarqués et outils de simulation pour la pédagogie", 17 mai 2017
3. S. Bouaziz, Doctoriales sur les Télécommunications et le Traitement de l'Information, 27-28 mai 2013, Université USTHB Bab Ezzouar, Alger.
4. Stéphane Espié, Workshop « simulateur » de l'action COST 1702, Wuerzburg (2016).
5. Stéphane Espié, Séminaire ITS, Bangalore, Inde, 2013.
6. S Le Hégarat, "Belief functions for image analysis and processing ", conférence invité à ATSIP 2014, SOUSSE.
7. Bruno Le Pioufle, Towards the electrical instrumentation of organ on chip. LIMMSiLite workshop, Université de Tokyo, 2018.
8. Bruno Le Pioufle, Microfluidic technology and devices for the treatment and real-time monitoring of cells by the electrical field: application for the electrical treatment of eukaryotic single cells, spheroids, or micro-algae, National Tsing Hua University, conférence invitée, Tsing-Hua, Taiwan, 2016
9. Bruno Le Pioufle, Microfluidic systems for the electrical characterization of cells, National Taiwan University, conférence invitée, Taipei, Taiwan, 2016

#### Séjours dans des laboratoires étrangers

1. Eric Vourc'h : chercheur invité à la School of Civil Engineering, University of Queensland (Australie), 3 mois (mai-juillet 2017).
2. Samir Bouaziz : Invité pendant 2015 et 2016 au sein du Centre de Recherche des Technologies Industrielles (CRTI) plusieurs séjours de 1 semaine tous les 2 mois. séjour cumulé de 6 semaines par an.
3. Stéphane Espié UNIFI, Italie, 1 semaine en 2017
4. P. Larzabal, Séjours à l'université de Campinas en 2014 et 2016
5. T. Bore

## II- INTÉRACTION AVEC L'ENVIRONNEMENT, IMPACTS SUR L'ÉCONOMIE, LA SOCIÉTÉ, LA CULTURE, LA SANTÉ

La liste de ces produits et activités de la recherche n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

### 1- Brevets, licences et déclarations d'invention

#### Brevets déposés

M. Vasiliu et R. Reynaud 3 brevets

1. "PLACKO DOMINIQUE [FR], RIVOLLET ALAIN [FR], BORE THIERRY [FR] "Dominique PLACKO, THIERRY BORE et ALAIN RIVOLLET" Dispositif et procédé de mesure d'une grandeur physique d'un écoulement de fluide, EP, 15726081.1 22/05/2015 EP3146306 29/03/2017
2. "Dominique PLACKO, ALAIN RIVOLLET et THIERRY BORE" Device and method for measuring a physical magnitude of a fluid flow, US, 15/313,408 22/05/2015, US2017199097, 13/07/2017
3. DOMINIQUE PLACKO, Alain RIVOLLET et Serge GOURLAOUEN, Procédé de simulation de forces appliquées à une aile dans un écoulement de fluide, FR1750153 06/01/2017

### Brevets acceptés

4. METHOD FOR ESTIMATING DEFECTS IN AN OBJECT AND DEVICE FOR IMPLEMENTING SAME US8818075 26/08/2014, PLACKO DOMINIQUE [FR]; JOUBERT PIERRE-YVES [FR]; RIVOLLET ALAIN [FR] + ref CNRS 85492-01 inv. PLACKO Dominique et al. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, ECOLE NORMALE SUPERIEURE, UNIVERSITE PARIS SUD et UNIVERSITY OF ARIZONA
5. TSM BIOSENSOR TO EX-VIVO CHARACTERIZE THE VISCOELASTIC PROPERTIES OF SKIN EP3302237 11/04/2018, BESSE RÉGIS [FR]; LE HUEROU JEAN-YVES [FR]; SERFATY STÉPHANE [FR]; LATI ELIAN [FR]
6. S. Serfaty, R. Besse, J-Y Le Huerou, and E. Lati, "TSM biosensor to ex-vivo characterize the viscoelastic properties of skin," WO/2016/198483; PCT/EP2016/063083, 2016
7. "DEVICE AND METHOD FOR MEASURING A PHYSICAL MAGNITUDE OF A FLUID FLOW, EP3146306 (A1) " 2017-03-29 PLACKO DOMINIQUE [FR], RIVOLLET ALAIN [FR], BORE THIERRY [FR]
8. DISPOSITIF ET PROCEDE DE MESURE D'UNE GRANDEUR PHYSIQUE D'UN ECOULEMENT DE FLUIDE CA2950032 (A1) "2015-11-26 " "PLACKO DOMINIQUE [FR], RIVOLLET ALAIN [FR], BORE THIERRY [FR]
9. "DEVICE AND METHOD FOR MEASURING A PHYSICAL MAGNITUDE OF A FLUID FLOW, FR3021405 (A1), "2015-11-27
10. "PLACKO DOMINIQUE [FR], RIVOLLET ALAIN [FR], BORE THIERRY [FR] ""DEVICE AND METHOD FOR MEASURING A PHYSICAL MAGNITUDE OF A FLUID FLOW, "WO2015177364 (A1)"2015-11-26,
11. "Dominique PLACKO, ALAIN RIVOLLET et THIERRY BORE" Dispositif et procede de mesure d'une grandeur physique d'un écoulement de fluide CA 2950032, 22/05/2015, CA2950032, 26/11/2015
12. "Dominique PLACKO, THIERRY, BORE et ALAIN RIVOLLET" Dispositif et procédé de mesure d'une grandeur physique d'un écoulement de fluide WO PCT/EP2015061464 22/05/2015 WO2015177364 26/11/2015
13. "Dominique PLACKO, ALAIN RIVOLLET et THIERRY BORE" Dispositif et procédé de mesure d'une grandeur physique d'un écoulement de fluide, FR, 1454675 23/05/2014, FR3021405 27/11/2015
14. A. FEREOLE, P. LARZABAL, Multiparametric Direction Finding Method Comprising, The Separation Of The Incidence And Nuisance Parameters US Patent United States Patent 7952521
15. A. Fereol, C. Delestre, P. Larzabal, Procédés et systems pour la detection de signaux dans un réseau multisources, FR 1502678, 23/12/2015, 27/07/2018

### Brevets licenciés

### Déclaration d'invention

## 2- Interactions avec les acteurs socio-économiques

#### Contrats de R&D avec des industriels

1. 2 contrats avec Renault sur le valet de parking en 2015
- 2.

#### Bourses Cifre

1. 2010-2013 : M2M/CEA
2. 2014-2018 : SHOPLINE
3. 3 CIFRE avec THALES
4. 2 CIFRE avec Renault
5. 1 CIFRE avec VEOLIA

#### Créations de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)

#### Création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques

PFMI Cosmetomics  
GDR Cosm'actif 3711

#### Créations d'entreprises, de start-up

## 3- Activités d'expertise scientifique

#### Activités de consultant

#### Participation à des instances d'expertise (type Anses) ou de normalisation

Samir Bouaziz : Délégué à la pédagogie au sein de l'Organisation Africaine pour l'Aéronautique et le Spatial (aero-aaso.com). Le président d'honneur de cette organisation mondiale est l'astronaute Jean Loup Chrétien.

Pascal Larzabal : audition par une commission sénatoriale

Bastien ROUCARIES : expert auprès de l'AFNOR, comité U21 – risque électrique – en charge la norme d'application NFC 18510 – participation aux travaux du ministère du travail et du ministère du développement durable sur les risques électriques.

#### Expertise juridique

### 4- Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation

6. Expertise pour le compte du Ministère de la recherche scientifique pour le Crédit Impôt Recherche.
- 7.

### 5- Produits destinés au grand public

#### Émissions radio, TV, presse écrite

1. 2014 : Interview dans « 13 Comme 1 » (journal Cergy-Pontin) sur les travaux de recherche menés en collaboration avec le Château de Versailles
2. 2015 : Interview dans le Parisien sur les axes de recherche développés dans le cadre de Cosmetomics#UCP
3. 2016 : Interview dans le Parisien sur les actions de la plateforme LaserInnov
4. 2017 : Interview dans reportage France 3 IDF sur l'Atelier Patrimex au Château de Fontainebleau
5. 2017 : Interview dans film de présentation des plateformes technologiques de la Fondation des Sciences du Patrimoine
6. Parlons Passion
7. Interview dans le nouvel obs

#### Action de Vulgarisation auprès d'établissements et associations :

1. Journées de la simulation de vol et de l'embarqué, 2014 à 2016 à l'Ecole Nationale Polytechnique Alger.
2. Fête de la Science, Action de Vulgarisation des systèmes embarqués par l'usage d'un simulateur de Vol d'un Airbus A320.
3. Implication au sein de l'Association Aviation Sans Frontières pour la vulgarisation des sciences de l'ingénieur auprès des jeunes collégiens.

#### Produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.

1. explications autour de la Simulation d'un vol commercial virtuel (Laboratoire CRTI Alger 29 janvier 2016) : <https://www.youtube.com/watch?v=xenDmjla5yl>
2. Séance de simulation de vol virtuel commenté à bord d'un avion commercial (Salon International du Drone et de la simulation 30 Oct-2 Nov 2014) <https://www.youtube.com/watch?v=Z99hdGI5w-c&t=152s>

#### Produits de médiation scientifique

#### Débats science et société

8. Séances de vols commerciaux virtuels sur simulateur de vol, immergés dans un cockpit virtuel (dans un Amphithéâtre) lors des journées de fête de la science..

## III - IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

1.

La liste de ces produits et activités n'a pas à être exhaustive. On mettra en évidence les réalisations les plus significatives.

## 1- Produits des activités pédagogiques et didactiques

En sus de la liste de ces produits, on insistera sur la pertinence de leur supports de diffusion et sur leur rayonnement (régional, national, international).

### Ouvrages

#### E-learning, moocs, cours multimédia, etc.

1. Olivier Français – Hélène Horsin Molinaro, La microfluidique : principes physiques et mise en œuvre d'écoulements continus - ENS Paris-Saclay, article Eduscol (portail Education Nationale), mars 2016
2. Olivier Français – Hélène Horsin Molinaro, Capteurs résonants en technologie MEMS : principes et procédés de fabrication - ENS Paris-Saclay, Eduscol (portail Education Nationale), juin 2011
3. Hélène Horsin Molinaro, Eric Vourc'h, Jean-Pierre Barbot, Capteurs et chaîne d'acquisition, ENS Paris-Saclay, Eduscol (portail Education Nationale), juin 2011
4. Hélène Horsin Molinaro, Eric Vourc'h, Capteurs pour la mesure de courant, ENS Paris-Saclay, Eduscol (portail Education Nationale), janvier 2016
5. Bruno LE PIOUFLE : Membre du Comité éditorial du MOOC nanoscience de l'Université Paris-Saclay.
6. R; Reynaud, S. Rodriguez et B. Vincke, passage à l'espace numérique de travail MOODLE sur l'IUT d'Orsay.

#### Maquettes pédagogique pour la pratique de l'électronique numérique et l'informatique Industrielle

1. Maquette de cartes électroniques de TP pour la pratique de l'informatique Industrielle en 4eme et 5eme année Ingénieur Polytech Paris sud.
2. Création de 6 bancs d'instrumentation en 2016 pour le module pilotage d'instruments du dépt Mesures Physiques.

## 2- Productions scientifiques (articles, ouvrages, etc.) issues des thèses

En sus de la liste de ces produits, on insistera sur la pertinence de leur supports de diffusion et sur leur rayonnement (régional, national, international).

## 3- Efficacité de l'accompagnement des étudiants et qualité de leur encadrement (financement, durée des thèses, taux d'abandon)

On fera une présentation synthétique des résultats obtenus par l'entité de recherche dans ce domaine.

## 4- Suivi des doctorants en liaison avec les écoles doctorales et attention portée à l'insertion professionnelle des docteurs

On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.

## 5- Labellisation nationale ou internationale des formations (Erasmus mundus p. ex.)

On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.

1. Participation à la labellisation CTI du département Electronique Energies et Systèmes de l'école d'Ingénieurs Polytech Paris Sur (Samir Bouaziz Responsable du département) (en 2015 et 2018).
2. Contribution du département Electronique Energies Systèmes pour la labellisation de l'école au GIFAS (Groupement des Industriels Français pour l'Aéronautique et le Spatial) (depuis 2014).

## **6- Accompagnement des séminaires de doctorants par des chercheurs ; degré de participation des doctorants à la vie de l'entité de recherche**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

## **7- Mobilisation des chercheurs dans le montage de formation de niveau master**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

1. Participation à la mise en place de la School Science du Mouvement en lien avec les sciences de l'ingénieur pour acquérir une compétence mixte, pour des ingénieurs en Electronique de l'école Polytech Paris Sud (double Coursus M2-Ingénieur POLYTECH Paris Sud). La formation double diplôme Ingénieur Polytech et Master2 science du Mouvement est suivie par 2 élèves/an (en moyenne) (sur un effectif de 30 élèves ingénieurs).
2. M2 SETI : A. Mérigot et A. Elouardi; montage de la nouvelle maquette et responsable du cursus recherche et pro.
3. Coursus Master d'Ingénierie : Le Coursus Master Ingénierie (CMI) Traitement de l'Information et Gestion de l'Energie électrique (TI-GE) de l'Université de Cergy-Pontoise (UCP) est une formation sur cinq années (licence puis master), débouchant sur des fonctions d'ingénieurs experts en ingénierie électrique ayant une forte capacité d'innovation. Laboratoire porteur SATIE (Jean-Yves LE HUEROU, Nicolas WILKIE-CHANCELIER, Lionel VIDO, Lahoucine IDKHIJINE).

## **8- Nombre d'article moyen par étudiant**

*On précisera les initiatives prises dans ce domaine et les résultats obtenus.*

- 1 revue et 2 conférences en moyenne par étudiants en thèse