



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :
SUPELEC Sciences des Systèmes
E3S
sous tutelle des
établissements et organismes :
SUPELEC



Janvier 2014



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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3
novembre 2006¹,*

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

Au nom du comité d'experts,

- M. Frédéric TRUCHETET, président du
comité

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



Rapport d'évaluation

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

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

Nom de l'unité : SUPELEC Sciences des Systèmes

Acronyme de l'unité : E3S

Label demandé : EA

N° actuel : 4454

Nom du directeur
(2013-2014) : M^{me} Yolaine BOURDA

Nom du porteur de projet
(2015-2019) : M^{me} Yolaine BOURDA

Membres du comité d'experts

Président : M. Frédéric TRUCHETET, Université de Bourgogne, Dijon

Experts : M. Bernard COULETTE, Université de Toulouse 2

M. Michel MALABRE, CNRS, Nantes

M. Sébastien TIXEUIL, Université Pierre et Maris Curie, Paris

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean-Marc CHASSERY

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Gilles FLEURY, SUPELEC

M^{me} Estelle IACONA, Ecole Centrale Paris

M^{me} Véronique VEQUE (directrice de l'École Doctorale n° 422 STITS)



1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire SUPELEC Sciences des Systèmes, E3S, a été créé en 2010 par le regroupement de 3 Équipes d'Accueil, identifiées sous les thématiques respectives de l'électronique (EA 2523), de l'automatique (EA 1399) et de l'énergie (EA 1400), d'une Jeune Equipe dont l'activité était consacrée à l'étude des systèmes de télécommunication (JE 507), du laboratoire franco-singapourien SONDRRA plus orienté vers l'étude des structures rayonnantes et des problématiques liées au Radar et d'une équipe interne à l'école regroupant des enseignants-chercheurs en informatique. La thématique globale retenue pour ce laboratoire est l'Ingénierie Système et le domaine méthodologique central, la Science des Systèmes. L'organisation interne du laboratoire E3S respecte les structures originales puisqu'on y retrouve 6 équipes identifiées sous les noms suivants :

- Automatique (Autom.) ;
- Energie ;
- Informatique (Info.) ;
- Signaux et Systèmes Electroniques (SSE) ;
- Télécommunications (Télécom.) ;
- SONDRRA.

Tous les chercheurs de l'unité sont sur le site de SUPELEC. L'équipe SONDRRA est un peu à part puisqu'elle accueille de façon plus ou moins permanente des chercheurs des entités partenaires, ONERA, NUS (National University of Singapore) et DSO National Laboratories (organisme équivalent à l'ONERA à Singapour).

Équipe de direction

Le laboratoire est dirigé par un professeur d'informatique, M^{me} Yolaine BOURDA, qui est également directrice de l'équipe Informatique. Le conseil de direction est constitué des 6 responsables d'équipes et, ce qui est relativement original, de 3 « coordinateurs scientifiques » choisis parmi les enseignants-chercheurs de SUPELEC (membres du laboratoire). A noter que les responsables des équipes Autom., Energie, Info., SSE et Télécom. sont également chefs des départements d'enseignements éponymes de SUPELEC.

Ce conseil de direction se réunit tous les deux mois et constitue une structure « latérale/transverse » dont le rôle affiché est d'organiser la vie du laboratoire et qui a vocation à être le lieu de partages et d'échanges scientifiques.

L'autorité hiérarchique sur les personnels et la responsabilité de la bonne marche des contrats revient aux chefs de départements et directeur de SONDRRA

A noter que les textes réglementaires de l'unité regroupés dans un règlement intérieur ne comportent aucun élément relatif à ce conseil de direction : mode de désignation des responsables, durée des mandats, responsabilités... Ses membres sont nommés directement par la direction de l'école.

Nomenclature AERES

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

ST5 Sciences pour l'ingénieur

Effectifs de l'unité

Les effectifs de l'unité ont fortement augmenté durant le contrat précédent puisqu'ils sont passés de 61 à 82 enseignants-chercheurs. Cette évolution est due au remplacement progressif d'enseignants peu impliqués dans la recherche académique par de jeunes enseignants-chercheurs au profil plus équilibré entre recherche partenariale et recherche académique qui se sont naturellement impliqués dans l'activité des laboratoires de recherche de l'école. L'âge moyen des enseignants chercheurs est de 44 ans environ, pour une pyramide des âges s'étendant régulièrement de 27 à 66 ans.

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015 ²
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	82 (41)	14 (6,9)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche) (ITA)		
TOTAL N1 à N6	85 (44)	14 (6,9)

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015 ¹
Doctorants	87	
Thèses soutenues	130	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	28	
Nombre d'HDR soutenues	15	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	28	4

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Le regroupement de SUPELEC et de Centrale Paris et l'installation de Centrale sur le plateau de Saclay vont profondément modifier la structuration de l'école SUPELEC et donc des laboratoires de recherche qui lui sont attachés. Dans ce contexte, le statut d'équipe d'accueil de E3S n'est pas satisfaisant et le partenariat avec le CNRS doit être renforcé en tenant compte de la présence d'UMR associant le CNRS et SUPELEC au sein desquelles on identifie des thématiques proches de celles des équipes de l'unité E3S. Ces différents éléments ont conduit les

² Compte tenu de la réorganisation de l'unité, seule l'équipe informatique sera considérée en 2015.



responsables de SUPELEC, ses partenaires et ses équipes de recherche à prévoir une réorganisation complète de la structure et de la composition des laboratoires. Il résulte de ce processus un certain nombre de propositions de regroupements concernant les équipes de E3S au sein d'unités mixtes de recherche existantes déjà associées au CNRS. Les démarches en ce sens ont été effectuées lors de la préparation du prochain quinquennal et d'ores et déjà une organisation nouvelle est proposée.

Elle prévoit pour E3S que les équipes Autom. et Télécom soient rattachées à l'UMR 8506 L2S (Laboratoires des Signaux et Systèmes, unité mixte SUPELEC-Paris-Sud 11-CNRS) ; dans la même perspective l'équipe Energie rejoindra l'UMR 8507 LGEP (Laboratoire de Génie Electrique de Paris, unité mixte SUPELEC-UPMC-Université Paris Sud 11-CNRS) et les enseignants-chercheurs et chercheurs de l'équipe SSE se répartiront suivant leurs thématiques dans L2S et dans LGEP. Les projets du L2S et du LGEP soumis à l'évaluation au cours de cette campagne intègrent ces évolutions. Le devenir du laboratoire franco-singapourien SONDRRA n'est pas encore arrêté. Suivant l'hypothèse privilégiée par l'équipe et l'école, il pourrait solliciter sa transformation en UMI. A défaut d'autres solutions sont envisageables : intégration dans L2S et/ou LGEP avec, par exemple, un statut de chaire, statut d'équipe interne sans label. La décision finale ne peut être prise que par l'ensemble des partenaires du projet : SUPELEC, Université de Singapour, DSO et CNRS (si l'hypothèse UMI est retenue).

Pour l'équipe informatique plusieurs scénarii sont envisageables, la solution privilégiée est la fusion avec l'UMR 8623 LRI (Laboratoire de Recherche en Informatique, unité mixte Paris Sud 11-CNRS) unité dans laquelle les thématiques du département Info sont déjà représentées (notamment au sein des équipes LaHDAK, VALS et GALAC récemment créées au LRI). Les contacts ont déjà été récemment établis entre les équipes et les conditions de ce rapprochement sont à l'étude. L'avis du CNRS sera évidemment crucial. La finalisation de ce processus pourrait intervenir avant la signature du prochain quinquennal. Si cela n'est pas le cas, l'équipe Info pourrait constituer provisoirement une Equipe d'Accueil autonome.

Compte tenu de cette situation particulière nous ne développerons d'analyse détaillée, dans ce rapport, que pour l'équipe Informatique, les autres équipes font l'objet ci-après d'un bilan rapide, les analyses détaillées de leur bilan et de leur projet scientifique seront intégrées dans celles des laboratoires qui les accueillent pour le prochain contrat (L2S et LGEP). Il faut préciser que le comité de visite du LRI a eu lieu antérieurement par rapport aux contacts établis entre l'équipe Info et cette UMR.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le laboratoire E3S, sous l'impulsion de son directeur puis de sa directrice, a su en très peu de temps enclencher une dynamique positive se traduisant par une amélioration significative de son niveau de publications académiques (amélioration sensible surtout sur le plan qualitatif avec un choix plus sélectif des supports) tout en conservant la recherche partenariale à son niveau d'excellence antérieur. Un effort a été fait pour favoriser les échanges entre les équipes issues de structures différentes, des thèses co-encadrées et des publications communes en témoignent.

La plupart des équipes ont une excellente visibilité internationale (ERC, comités éditoriaux de revues...).

Points faibles et risques liés au contexte

Les risques principaux pour les équipes de E3S sont liés à leur rattachement à d'autres unités.

Attention à ce qu'une trop grande endogamie dans les recrutements ne stérilise la dynamique et la créativité. Plus de 40% des recrutements d'enseignants-chercheurs sont des diplômés de SUPELEC (Ingénieurs ou Docteurs).

Compte tenu de la réorganisation des ED selon une politique de site, l'ED STITS se retrouvera dans l'ED STIC et l'ED EOBO (Electrical Optical Biological Engineering). L'éclatement des doctorants dans deux ED différentes peut être un facteur de tension et de difficultés si les pratiques et règlements ne sont pas homogènes.

Recommandations

Le comité d'experts, s'il regrette qu'une durée suffisante n'ait pas été laissée à ce laboratoire pour que l'aboutissement de la stratégie scientifique mise en place lors de sa création soit possible, considère que les évolutions envisagées pour le futur contrat sont scientifiquement cohérentes et stratégiquement en phase avec les enjeux liés au regroupement avec Centrale et au développement du campus de Saclay.

Il encourage en particulier vivement la démarche de l'équipe Informatique vers son intégration au LRI. Il faudra veiller à ce que personne ne soit laissé pour compte.



L'intégration de l'équipe Autom. au L2S devra être suivie et accompagnée pour que les réticences initiales ne soient pas un obstacle au développement harmonieux de la recherche, en particulier pour les jeunes enseignants-chercheurs.

Il considère enfin qu'il serait dommage que le laboratoire SONDRRA avec ses partenaires singapouriens et institutionnels ne soit pas labellisé au sein d'une structure reconnue par le MESR.

Les recrutements, aussi bien au niveau MCF (ou équivalent) qu'au niveau Pr, devraient être considérés avec plus d'ouverture vers l'extérieur.

Il faut veiller à ce que les pratiques et règlements des futures ED STIC et EOBE soient les plus voisins possible.

3 • Appréciations détaillées

Compte tenu de l'évolution prévue pour E3S, les appréciations détaillées ne peuvent se référer au laboratoire dans son ensemble (durée d'existence trop brève et disparition prévue dans le prochain contrat), nous avons donc choisi de fournir ci-après une analyse rapide du bilan des différentes équipes de E3S dont le rattachement à d'autres structures est d'ores et déjà soumis à l'évaluation dans d'autres cadres. Seule l'équipe Informatique fera l'objet d'une étude détaillée que l'on trouvera dans la section suivante de ce rapport.

Automatique, responsable M. Didier DUMUR.

- Effectifs.

L'équipe compte 7 professeurs et 5 maîtres de conférences pour 6 HdR, soit 6 ETP recherche. Elle accueille 22 doctorants.

- Thèmes scientifiques et bilan

L'activité de l'équipe Automatique porte sur les systèmes dynamiques incertains vus sous l'angle identification, commande et optimisation. S'appuyant sur un savoir faire théorique reconnu, l'équipe a développé des recherches sur les systèmes multi-capteurs, multi-agents, à retard, sur la commande robuste, la robustification et l'optimisation stochastique sous contraintes, ainsi que sur la commande de systèmes complexes avec des stratégies coopératives, distribuées et hiérarchisées. Les grands domaines applicatifs de l'équipe ont été pérennisés (mécatronique, sidérurgie, automobile, robotique, électronique de puissance, aéronautique et spatial) avec une ouverture vers les biotechnologies et la maîtrise de l'énergie.

L'équipe a connu au cours du quadriennal une faible augmentation de ses effectifs, avec 1 départ et 3 recrutements, tous doctorants de l'équipe.

L'équipe affiche un très bon bilan avec une bonne production scientifique à la fois en qualité et en quantité. Sur la période, on note 52 revues internationales, pour la plupart dans les meilleures revues du domaine, et 4 brevets soit 1,87 publications de rang A par an et par ETPT, ou 0,94 par E-C. 33 thèses et 3 HDR ont été soutenues sur cette même période. Les résultats les plus importants ont été obtenus dans la commande prédictive par interpolation pour des systèmes sous contraintes, le développement d'une approche ensembliste basée sur l'invariance positive pour l'estimation de systèmes incertains, la détection de défauts de systèmes multi-capteurs, des stratégies de commande pour des systèmes multi-agents, et des méthodes d'optimisation pour la consommation énergétique. Les très nombreux contrats industriels illustrent les liens forts entre le monde industriel et l'équipe. Certains contrats récurrents (par exemple avec le CNES) s'appuient sur des partenariats établis, mais lorsqu'ils sont de courte durée on peut s'interroger sur le compromis recherche - prestation, d'autant que les enveloppes financières ne sont pas précisées. Le manque d'éléments de contexte ne permet pas, par ailleurs, de situer les éventuels contrats CIFRE, ANR, ou FUI. L'équipe participe à des projets dans le cadre des PIA (IRT SystemX, IEED SuperGrid et IDEX Paris-Saclay). Concernant le rayonnement, outre la qualité des publications déjà mentionnée, on note plusieurs codirections de thèse au national et à l'international, la participation à 2 projets européens (jusqu'en 2011) et à de nombreux projets bilatéraux (principalement Hubert Curien), et l'accueil de quelques chercheurs étrangers de renom. L'animation externe, tant au plan national (au sein du GDR MACS) qu'international, est modérée.

- Devenir

Les membres de l'équipe Automatique vont intégrer le L2S.

Energie, responsable M. Jean-Claude VANNIER.

- Effectifs.

L'équipe compte 4 professeurs et 11 maîtres de conférences pour 6 HdR, soit 7,5 ETP recherche. Elle accueille 23 doctorants.

- Thèmes scientifiques et bilan

L'équipe Energie mène ses activités de recherche en électrotechnique et sur les systèmes d'énergie, avec pour finalité la modélisation, la conception, l'optimisation et la fiabilité des systèmes d'énergie électrique. Deux activités spécifiques y sont mises en avant, les réseaux d'énergie et les systèmes de conversion d'énergie. Pour les réseaux, les problèmes abordés concernent les réglages en présence de perturbations, l'insertion de nouveaux moyens de production, les interconnexions dans les grands réseaux (smart grids), et l'intégration des véhicules électriques, avec

également la prise en compte des aspects financiers liés aux marchés. Pour les systèmes de conversion, les contributions portent sur la définition de nouveaux composants ou architectures. Un accent particulier est mis sur la réduction des temps de calcul et la réduction de modèles en vue de leur commande (en partenariat avec les automaticiens). Un volet beaucoup plus expérimental, à l'interface entre physique et chimie, concerne les plasmas froids et la conversion électrochimique.

L'équipe a connu au cours du quadriennal une faible diminution de ses effectifs, avec 4 départs et 3 recrutements, dont une promotion pour un MCF de l'équipe.

L'équipe affiche un bon bilan avec une bonne production scientifique. Sur la période, on note 53 revues internationales, pour la plupart dans les meilleures revues du domaine, et 7 brevets soit 1,6 publications de rang A par an et par ETPT, ou 0,8 par E-C. 29 thèses et 3 HDR ont été soutenues sur cette même période. Les résultats les plus importants ont été obtenus sur la modélisation et l'optimisation de convertisseurs et de machines électriques prenant en compte les aspects électriques, thermiques et mécaniques d'une motorisation, la modélisation et la stabilisation non linéaire de liaisons HVDC, l'estimation du flux rémanent d'un transformateur de puissance, et l'optimisation énergétique d'un réacteur plasma froid. Les très nombreux contrats industriels illustrent les liens forts entre le monde industriel et l'équipe. Plusieurs contrats récurrents s'appuient sur des partenariats établis. L'équipe a été ou est partenaire dans 6 projets ANR, 2 projets européens, et 2 projets FUI. A contrario, beaucoup de contrats sont de courte, voire très courte durée et l'on peut s'interroger sur leur dimension recherche, d'autant que les enveloppes financières ne sont pas précisées. Sur les réseaux intelligents, l'équipe est impliquée dans l'institut Risegrid, mis en place entre EDF et Supélec, ainsi que dans le démonstrateur Reflexe (Ademe). L'équipe participe à des projets dans le cadre des PIA (IRT SystemX, Labex Lasips). Concernant le rayonnement, outre la qualité des publications déjà mentionnée, on note quelques collaborations locales avec le L2S et le LGEP (co-encadrements de thèses), nationales (principalement via des projets ANR communs) et internationales (mais souvent limitées à des échanges de doctorants). L'animation externe, tant au plan national (notamment au sein du Groupement de Recherche -GDR - SEEDS) qu'international, est modérée.

- Devenir

Les membres de l'équipe Energie vont intégrer le LGEP.

Signaux et Systèmes Electroniques, responsable M. Stéphane FONT.

Cette équipe accueille la Chaire Thalès (conception analogique avancée).

- Effectifs.

L'équipe compte 3 professeurs et 16 maîtres de conférences pour 2 HdR, soit 9,5 ETP recherche. Elle compte 9 doctorants. Elle a connu au cours du quadriennal des mouvements de personnel importants avec 5 sorties et 5 entrées pour un bilan stable. Les entrants sont tous des anciens de l'unité (doctorants ou enseignants-chercheurs).

- Thèmes scientifiques et bilan.

L'activité de l'équipe SSE est centrée sur la maîtrise de la chaîne de traitement des signaux (des observations à la décision) elle se développe autour de 3 thèmes principaux :

- traitement statistique de l'information ;
- signaux et échantillonnages singuliers ;
- architectures de circuits mixtes et microsystèmes.

SSE revendique 3 points d'excellence : la conversion analogique-numérique, les bancs de filtres et la conception de microsystèmes pour la mesure.

L'équipe affiche un bilan solide : une production scientifique de qualité mais quantitativement relativement modeste si elle est ramenée à l'ETP recherche, 60 revues internationales, pour la plupart dans les meilleures revues du domaine, et 4 brevets soit 0,61 publications-revue par an et par E-C. 23 thèses ont été soutenues durant le quadriennal. Plus des deux tiers des publications dans des revues relèvent du traitement du signal et 20% environ sont à rattacher au thème architecture de circuits, électronique. Les proportions sont plus équilibrées en ce qui concerne les communications à conférences internationales. Les résultats les plus marquants ont été obtenus dans la modélisation stochastique de type boîte noire (méthodes à noyaux et Krigeage), dans la classification des données complexes (applications en biologie et en médecine), dans la mise au point de puces de très hautes performances (CAN) et dans l'élaboration de modèles fonctionnels de micro et nano-systèmes (MEMS, NEMS). Même si les éléments financiers correspondants ne sont pas fournis dans le rapport, les très nombreux contrats industriels témoignent de

l'étroitesse des liens entre le monde industriel et l'équipe, la chaire Thalès est clairement un moteur important aussi bien sur le plan de la recherche méthodologique que pour la mise en application. L'équilibre difficile entre recherche finalisée et recherche amont semble maintenu, la qualité des supports de publications en est l'illustration. Pour avoir une vue claire de la situation, il conviendrait cependant de disposer de la répartition des différentes sources de financement de l'équipe dans un budget consolidé connu. Ceci permettrait en particulier de savoir si la faiblesse relative en publication dans des revues internationales pour l'équipe architecture est compensée par une activité contractuelle plus importante.

- Devenir.

Les membres de SSE se répartiront suivant leur thématique de recherche entre le L2S et LGEP. De façon naturelle les spécialistes de l'électronique et des microsystèmes rejoindront le LGEP : 3 PR et 8 MCF tandis que les traiteurs de signaux iront au pôle signaux du L2S : 8 MCF.

Télécommunications, responsable M. Hikmet SARI.

Cette équipe accueille la Chaire Alcatel Lucent et l'ERC MORE.

- Effectifs.

L'équipe compte 5 professeurs et 11 maîtres de conférences pour 6 HdR, soit 8 ETP recherche. Elle accueille 15 doctorants.

- Thèmes scientifiques et bilan

L'équipe Télécommunications est une équipe très fortement internationale avec des membres issus de 15 pays sur 5 continents. Elle est notamment très reconnue dans le domaine des télécommunications sans fil et plus largement pour sa prise en compte des complexités spatiales et temporelles des réseaux de télécommunications. Sur le plan théorique, les outils interdisciplinaires privilégiés par l'équipe sont la théorie des matrices aléatoires, l'optimisation stochastique décentralisée, la théorie des jeux, la géométrie stochastique, la mécanique statistique, la théorie de l'information pour le codage des réseaux et plus largement les méthodes avancées en traitement du signal. Les résultats obtenus sont nombreux, dans des domaines très variés, notamment : communication multi-antennes de petits paquets de données, communications coopératives, traitement d'antennes en temps réel, codage de canal multivariable, prise en compte de retours tardifs d'informations, nouvelles formes d'ondes radar, smart grids (dans le cadre de l'ERC MORE), allocation de ressources dans des réseaux sans fil, technologies optoélectroniques et micro-ondes pour les télécommunications, modélisation quantique pour des algorithmes de recherche sur le Web.

L'équipe a connu au cours du quadriennal une stabilité de ses effectifs, avec 3 départs et 3 recrutements (l'origine des recrutements n'est pas précisée).

L'équipe affiche un excellent bilan avec une excellente production scientifique. Sur la période, on note 118 revues internationales, pour la plupart dans les meilleures revues du domaine, et 7 brevets soit 3,12 publications de rang A par an et par ETPT, ou 1,56 par E-C. 22 thèses et 3 HDR ont été soutenues sur cette même période. Des résultats majeurs ont été obtenus sur l'analyse et la conception de systèmes multi-antennes (MIMO) dans des réseaux cellulaires hétérogènes (HetNets) par utilisation d'outils de géométrie stochastique, la mise en évidence de phénomènes quantiques d'intrication dans des mesures de corrélation dans l'espace sémantique pour des applications de type « Big Data », et l'analyse de performance des réseaux par l'utilisation de la théorie des matrices aléatoires.

Les très nombreux contrats industriels illustrent les liens forts entre le monde industriel et l'équipe. L'équipe a été ou est partenaire dans 7 projets ANR, 5 projets européens, et une ERC (MORE dont le porteur est également titulaire d'une chaire industrielle Alcatel-Lucent). L'équipe participe à des projets dans le cadre du Labex Digicosme. L'équipe participe également activement au montage d'une start-up et au transfert d'innovation dans le domaine du Cloud. Concernant le rayonnement et l'attractivité, l'équipe occupe une toute première place au niveau international. Elle joue un rôle majeur dans les réseaux d'excellence NEWCOM++ (2008 - 2011) et NEWCOM# (2012 -), ainsi que dans les instances et les manifestations d'IEEE. La liste est impressionnante des présidences de manifestations, des participations à des comités éditoriaux de revues internationales, assurées par des membres de l'équipe ainsi que des invitations à donner des conférences et tutoriaux. La liste des prix et médailles est tout aussi exceptionnelle.

- Devenir

Les membres de l'équipe Télécommunications vont intégrer le L2S.



SONDRA, directeur M. Marc LESTURGIE.

- Effectifs.

L'équipe compte 3 maîtres de conférences et 6 « cadres ou chercheurs titulaires » pour 5 HdR, soit 6,44 ETP recherche. Elle accueille 10 doctorants.

- Thèmes scientifiques et bilan

SONDRA est une équipe internationale entre Supélec, ONERA, NUS (National University of Singapore), et DSO National Laboratories (Singapour). Ses recherches portent sur des nouveaux concepts d'antennes et de radars, sur des techniques avancées de traitement du signal radar, et sur la modélisation et la prédiction de propagations électromagnétiques dans des milieux complexes (forêts, canyons, ...).

L'équipe est jeune (création en 2004). Elle a donc naturellement connu au cours de son second quadriennal une augmentation de ses effectifs, avec 0 départ et 4 recrutements, dont 1 ingénieur de NSU DSO, et 3 chercheurs (dont un détaché d'ONERA et un ancien doctorant de l'équipe).

L'équipe affiche un bon bilan avec une bonne production scientifique, certes modeste en quantité mais très bonne en qualité. Sur la période, on note 33 revues internationales, toutes dans les meilleures revues du domaine, soit 1,02 publications de rang A par an et par ETPT, ou 0,61 par E-C. 11 thèses et 3 HDR ont été soutenues sur cette même période. Les résultats les plus importants ont été obtenus sur le développement et la validation d'un code (logiciel COSMO) pour modéliser les interactions d'une onde électromagnétique avec un milieu forestier, des méthodes d'estimation robuste de covariance de signaux interférents dans un radar, l'optimisation d'un réseau d'antennes large bande bi-polarisation, l'évaluation théorique des performances de détection de radars multivariés, et l'étude et la formalisation de la détection passive aéroportée.

L'activité contractuelle de l'équipe est faible, mais ceci semble classique dans un contexte d'équipe internationale. Concernant le rayonnement, outre la grande qualité des publications déjà mentionnée, on note plusieurs participations de membres de l'équipe comme conférenciers invités, quelques collaborations locales, notamment avec le L2S (co-encadrement d'une thèse), nationales (souvent, mais pas seulement, via des co-encadrements de thèses) et internationales, en nombre limité mais bien ciblées sur des thèmes importants de l'équipe (théorie des matrices aléatoires robustes, estimation robuste, réseaux d'antennes large bande). L'animation externe est modeste. Elle se matérialise par l'organisation de manifestations, dont principalement la Conférence Internationale Radar (IEEE) en 2009 et 2014.

- Devenir

L'avenir de cette équipe est encore en discussion et ne peut être envisagé qu'avec l'ensemble des partenaires (réunion annuelle du Conseil de SONDRA en juin), mais l'hypothèse privilégiée par l'unité et par SUPELEC est le maintien d'une entité identifiée sur les mêmes thématiques et dans un schéma de partenariat international, éventuellement rééquilibré. Son statut serait équivalent à celui d'une chaire. La création d'une UMI est envisagée.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le bilan global de E3S en terme de publications internationales s'il est qualitativement très bon, voire excellent, est correct sur le plan quantitatif. La moyenne affichée est de 0,82 RI/EC/an avec des disparités très fortes entre les équipes qui ne peuvent s'expliquer par la simple différence des pratiques d'une communauté à l'autre. Un rapport de presque 10 peut être relevé entre Télécom et Info. Ce bilan pourrait être évalué plus finement si les données budgétaires détaillées étaient disponibles en ce qui concerne la répartition du poids de la recherche partenariale finalisée dans l'activité de chaque équipe.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le rayonnement et l'attractivité académiques de E3S sont, de manière globale très bons à excellents, ils varient cependant fortement d'une équipe à l'autre. L'obtention d'une ERC Grant, d'une médaille de bronze du CNRS, d'un prix de la SEE-IEEE, de prix divers lors de conférences internationales, de nombreuses invitations à conférences et la participation à des comités éditoriaux de revues internationales témoignent de l'incontestable rayonnement scientifique de certains membres du laboratoire. En revanche, si le laboratoire participe à de nombreux programmes internationaux on ne note que peu de situations où il est le porteur/leader du projet de recherche et, pour certaines équipes, le rayonnement ne dépasse pas vraiment le périmètre national.



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

La recherche partenariale, parfois finalisée, est particulièrement développée à E3S, les contrats privés et institutionnels sont nombreux et représentent une part importante du financement de l'unité (plus de la moitié du budget consolidé). Ces partenariats se concrétisent également par des dépôts de brevet et de nombreuses publications co-signées. Les relations sont particulièrement notables avec les grands groupes industriels, EDF, EADS, Thales par exemple, mais aussi avec des partenaires étrangers. Plusieurs chaires industrielles sont accueillies dans l'unité.

Des membres du laboratoire participent aux travaux de normalisation, animent un pôle de compétitivité. E3S est partie prenante du RTRA DIGITEO et des Labex DIGICOSME et LASIPS. De nombreuses thèses sont financées par des contrats CIFRE (1/4 environ), une création de start-up est en cours.

L'ensemble de ces éléments témoigne de l'excellence des équipes de E3S dans ce domaine.

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

L'organisation du laboratoire répond davantage à la logique historique de sa constitution qu'à des raisons scientifiques thématiques ou méthodologiques. On note que plusieurs groupes qui travaillent dans des domaines très connexes appartiennent à des équipes différentes : le périmètre des équipes SSE, Télécom et SONDRRA pourrait être revisité, mais cette problématique va être totalement modifiée par les évolutions structurelles prévues pour le prochain contrat.

Dans la structure actuelle, l'autorité hiérarchique sur les personnels et la responsabilité de la bonne marche des contrats reviennent aux chefs des départements et au directeur de SONDRRA. Cette situation risque de poser des problèmes dans la nouvelle structuration dans laquelle l'appartenance aux départements d'enseignement risque de ne plus coïncider avec la géométrie des équipes de recherche et des laboratoires de rattachement. Une évolution de cette organisation est prévue par la direction de SUPELEC.

A noter que, pour le fonctionnement actuel, les textes réglementaires de l'unité regroupés dans un règlement intérieur ne comportent aucun élément relatif à son conseil de direction : mode de désignation des responsables, durée des mandats, responsabilités...

L'animation scientifique transversale n'est pas très développée. Elle se limite à l'organisation de quelques séminaires thématiques, 1 par an environ, et à des sessions de présentations faites par les doctorants, 1 forum poster et une ½ journée annuelle des doctorants.

Le site web reflète cette faiblesse de la transversalité puisque l'essentiel de l'information qu'on y trouve est réparti dans des liens relatifs aux équipes.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Tous les doctorants de E3S sont inscrits à l'ED N° 422 STITS. Cette ED va disparaître pour le prochain contrat pour être remplacée dans l'environnement de Saclay par des ED thématiques. Les doctorants des équipes de E3S seront ainsi répartis entre la future ED STIC et l'ED EOBE (Electrical, Optical and Biological Engineering). Il faut espérer que les pratiques et règlements de ces ED seront harmonisés pour que tous les doctorants soient gérés de la même façon. Le nombre de thèses soutenues est remarquable puisque sur les 5,5 dernières années, on compte 130 thèses encadrées par 28 HdR, ce qui signifie qu'en moyenne chaque HdR a encadré et fait soutenir 4,6 doctorants sur la période. La durée moyenne des thèses est de 42 mois, ce qui est correct, mais pose quand même régulièrement le problème du financement des fins de thèse. Aucune stratégie générale n'est mise en action. Il apparaît cependant que la prise en charge de ce problème par les encadrants est réelle. Les entretiens avec les doctorants mettent en évidence la grande qualité scientifique et humaine des encadrements. On peut cependant encourager les équipes à multiplier les séminaires intra et inter équipes auxquels doivent être invités les doctorants.

Les 15 HdR soutenues au cours du contrat sont le résultat d'un effort particulier des laboratoires de SUPELEC dans la validation académique du travail de recherche et d'encadrement des enseignants chercheurs. On ne note cependant dans la politique affichée par le laboratoire aucun dispositif particulier visant à encourager ces soutenances.



L'implication des enseignants chercheurs de E3S dans la formation à tous les niveaux est remarquable et s'étend largement en dehors du périmètre de l'Ecole. La qualité des doctorants recrutés est sans doute largement liée à ce travail de terrain.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Cette partie est sans objet puisque l'unité dans sa géométrie actuelle a vocation à disparaître. La stratégie et les projets de chaque équipe seront évalués par les comités d'évaluation de leurs laboratoires d'accueil respectifs. On trouvera l'évaluation relative à l'équipe Informatique, dont le rattachement futur n'est pas encore finalisé, dans la section suivante du rapport.

4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 1 : E3S/Informatique

Nom du responsable : M^{me} Yolaine BOURDA

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	14 (6,9)	14 (6,9)
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	14 (6,9)	14 (6,9)

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	11	
Thèses soutenues	14	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	2	
Nombre d'HDR soutenues	3	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3+1

L'équipe ES3/Informatique (appelée Informatique dans la suite) a vu une croissance de ses effectifs de 11 à 14 enseignants-chercheurs permanents durant le quinquennal. Les 3 HDR soutenues durant la période sont les trois seules HDR actuelles de l'équipe, ce qui peut expliquer que 10 thèses soutenues sur 14 le soient en co-encadrement avec un autre laboratoire (en comparaison, 3 thèses sur 11 sont actuellement co-encadrées). Les départs en retraite ou appels à d'autres fonctions des membres du département ont été compensés par des recrutements au niveau maître de conférence. Sur les 7 recrutements de la période, 4 sont externes.



• Appréciations détaillées

L'équipe Informatique est structurée en trois thèmes.

- Thème « Modélisation et Vérification de Systèmes Hétérogènes » (MVSH) : Ce thème s'intéresse à la prise en compte de l'hétérogénéité des modèles dans le contexte de développement de systèmes complexes et de l'ingénierie des modèles. Il propose de composer les modèles partiels au niveau comportemental de façon à pouvoir faire de la simulation et de l'exécution. Ceci conduit à l'élaboration de modèles de calcul, à la prise en compte des aspects temps réel et à la vérification des propriétés temporelles. Les membres de ce thème sont amenés ainsi à travailler sur fUML et à utiliser des méta-modèles comme MARTE et SYSML. La plate-forme de modélisation et de simulation ModHel'X a été développée et est diffusée. Le travail effectué dans ce thème s'intègre notamment dans le cadre de l'initiative Gemoc (Globalization of Modeling Language).

- Thème « Performance de Systèmes » (PS) : Ce thème propose une approche intégrée pour les réseaux de télécommunication qui va des aspects théoriques (modélisation, optimisation, complexité algorithmique, approximation, théorie des graphes, etc.) aux applications pratiques pour des domaines variés (réseaux d'opérateurs, réseaux mobiles privés, réseaux ad hoc pour la sécurité civile, etc.). L'équipe développe et diffuse le logiciel de génération de topologies réalistes pour les réseaux Aship (*Autonomous SUPELEC Hierarchical Interdomain Infering Program*).

- Thème « Systèmes d'Information hétérogènes et adaptatifs » (SIHA) : Les travaux de ce thème portent sur la prise en compte des utilisateurs et des données hétérogènes pour personnaliser les systèmes d'information actuels, souvent basés sur le web. Les travaux portent donc à la fois sur la modélisation des connaissances et les approches de personnalisation. Parmi les systèmes étudiés on peut citer les hypermédias adaptatifs, les systèmes de recommandation, les systèmes de recherche d'information, le coaching, les EIAH, etc.

Le thème MVSH concerne 6 enseignants-chercheurs, le thème PS concerne 3 enseignants-chercheurs et le thème SIHA concerne 5 enseignants-chercheurs. Ces trois thèmes ont une cohérence interne indéniable, mais n'affichent pas de synergie scientifique (pas de publications communes, par exemple). Le point commun indiqué (Systèmes) reste assez vague.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Sur la période, l'équipe a publié 17 articles dans des revues internationales (au lieu de 10 durant le précédent quadriennal), 82 conférences internationales (au lieu de 66 dans le précédent quadriennal).

Rapportée à une moyenne annuelle (la période évaluée couvre 5,5 ans contre 4 ans pour la période précédente) et en tenant compte de la légère augmentation des enseignants-chercheurs permanents dans l'équipe, la quantité de publications reste globalement stable en quantité (passage de 2,5 à 3 revues internationales par an, et de 16,5 à 15 conférences internationales par an). En utilisant le classement CORE amendé par le LRI comme échelle de notation, la proportion de publications classées A+, A, ou B augmente significativement (41% pour la période évaluée contre 29% lors de la période précédente). Même si la métrique utilisée n'est pas nécessairement neutre (plusieurs chercheurs du LRI sont coauteurs d'un nombre substantiel de publications de l'équipe Informatique), il est indéniable que la qualité globale des supports éditoriaux utilisés pour la diffusion des résultats obtenus est en forte augmentation. De gros efforts pour publier davantage à l'international et dans des revues et conférences à fort impact ont été faits. Il faut poursuivre dans cette voie et améliorer encore la visibilité internationale des travaux menés en évitant la dilution des résultats et en visant dès à présent les toutes meilleures revues et conférences.

Les recherches menées sont pertinentes et correspondent à des sujets d'importance traités par la communauté scientifique dans les 3 thématiques concernées.

Les recherches effectuées sont menées pour une part importante d'entre elles au cours de projets collaboratifs en lien avec des partenaires académiques et industriels, localement et au niveau national.

Localement, l'équipe a ainsi de nombreuses collaborations suivies (et concrétisées par des thèses en codirection et des publications communes) avec les laboratoires géographiquement proches : LRI et LIMSI (Université Paris Sud-11), MAS (Ecole Centrale), LIST (CEA), PRISM (Université de Versailles Saint-Quentin). Elle participe au RTRA Digiteo, au Labex Digicosme et au projet IDEX de ParisSaclay.



Au niveau national, elle est impliquée dans le GDR GPL, et dans une initiative nationale sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH).

L'ouverture à l'international reste encore très limitée (si l'équipe a été impliquée dans le NoE ARTIST2 jusqu'en 2011 et dans le projet FEDER CBDDP, elle ne participe pas aux projets européens IP ni aux PHC ou autres projets internationaux).

Un effort important a été fait durant ce quinquennal pour publier à l'international, dans des revues et conférences de niveau A+, A ou B. Il est regrettable que la présentation détaillée des publications ne fasse pas état du classement utilisé.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le thème MVSH participe activement à l'initiative Gemoc, qui a une dimension nationale avec l'équipe Triskell (IRISA), mais aussi internationale (9 partenaires, lien avec R. France, workshop à la conférence MODELS).

Le rôle de l'équipe en tant que leader de réseau ou de projet reste limité, avec une participation, en tant qu'expert international, aux travaux du groupe ISO/IEC.

Sur 7 recrutements au niveau maître de conférence, 4 ont été externes mais l'origine précise des recrutés n'est pas mentionnée.

Le comité d'experts n'a pas relevé de prix ou de distinctions pendant la période concernée.

Le comité d'experts n'a relevé qu'une seule participation à un comité de programme (la conférence internationale CSDM 2013, en tant que président de comité de programme), et aucune participation à un comité éditorial de revue. Cette conférence est absente des principaux classements internationaux.

L'équipe a participé ou participe à l'organisation des workshops internationaux MPM et ModeVVA adossés à la conférence MODELS, et CIRSE adossé à la conférence CICR. Elle a participé à l'organisation de la conférence internationale CSDM. Des membres de l'équipe ont été invités dans 3 séminaires à l'étranger. Globalement, la sélectivité et la notoriété des manifestations internationales auxquelles participent les membres de l'équipe restent limités.

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

Le contexte d'une école d'ingénieur renommée comme Supélec permet à l'équipe de développer des relations suivies et soutenues avec des partenaires non académiques. L'équipe maintient ainsi une très importante activité contractuelle concrétisée par de nombreux contrats, dont le volume financier - 300K€ par an lors de la période d'évaluation au lieu de 250K€ par an lors de la période précédente - a connu une augmentation importante. Elle est fortement impliquée dans le pôle de compétitivité SYSTEM@TIC, notamment dans la gestion intelligente de l'énergie en collaboration avec l'institut commun SUPELEC-EDF RISEGRID.

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

Un certain nombre des points d'appréciation habituels pour cette rubrique ne s'appliquent pas à une équipe de taille petite/moyenne comme l'équipe Informatique. En tout cas, il y a peu d'éléments dans le dossier sur cet aspect. La structuration de l'équipe en 3 thèmes relativement étanches a pour conséquence de la morceler. On peut noter la participation de 2 membres au comité de direction, dans un contexte de gouvernance hiérarchique inhérent à une école comme SUPELEC. L'existence d'un séminaire scientifique régulier n'est pas mentionnée dans le dossier ni mise en avant par la direction de l'équipe.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe a globalement une bonne activité d'encadrement scientifique. Vu sa taille (3 HDR), 14 thèses soutenues (pour une durée moyenne de 44 mois) et 11 thèses en cours semblent des chiffres tout à fait raisonnables. L'équipe a de plus le souci de participer à ses missions de diffusion de la connaissance, notamment avec la participation active de ses membres dans l'équipe pédagogique de Supélec, la responsabilité de l'un d'eux de la formation à la recherche et d'un autre à la coordination de la formation doctorale sur les campus de Supélec.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet envisagé s'inscrit dans la perspective d'une intégration prochaine au LRI au sein des équipes LaDHAK, VALS et GALAC. Une telle perspective se justifie en grande partie par des contacts déjà établis soit au plan de coordination de thèses ou de publications communes. Dans l'attente des résultats de l'étude de faisabilité de cette intégration, chaque thème propose des perspectives de recherche en continuité directe avec ses travaux existants. Ce projet est cohérent avec les possibilités d'intégration au LRI comme en témoignent les premiers contacts établis avec ce laboratoire (thèses co-encadrées, publication communes, projets partenariaux). Il ne propose cependant pas d'orientations nouvelles avec des objectifs stimulants pour le prochain quinquennal.

Conclusion

▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les points forts identifiés il y a 5 ans ont été maintenus : activité contractuelle importante et soutenue, relations avec l'environnement de recherche local. Il est clair que le contexte d'une école d'ingénieur telle que SUPELEC est porteur et fournit de nombreuses opportunités de partenariats et d'applications. Il faut aussi mentionner la forte implication de l'équipe Informatique dans les enseignements en général et dans les masters en particulier proposés par SUPELEC. Le comité d'experts note également un effort significatif dans l'amélioration de la qualité des publications en conférence et en revue. La structuration en 3 thèmes de l'équipe peut être vue comme un point favorable dans le contexte du dialogue avec les 3 équipes concernées du LRI.

▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

Il reste des progrès à faire dans l'établissement de collaborations internationales pérennes, la participation à des projets européens de type IP, le montage de projets de type PHC, PICS, PCSI, la direction de thèses en cotutelle avec des universités étrangères.

Un autre point de fragilité est le périmètre thématique (3 thèmes) assez vaste, avec une distance sémantique importante entre les 3 thèmes. Cette distance est justifiée par la variété des enseignements en Informatique dispensés à SUPELEC et dans lesquels l'équipe est impliquée, mais peut poser problème pour atteindre une masse critique nécessaire à une visibilité internationale en recherche.

La solution envisagée d'intégrer un grand laboratoire de recherche en informatique tel que le LRI permettrait de pallier les difficultés mentionnées ci-dessus. En particulier, l'intégration rendrait possible l'utilisation d'infrastructures et de réseaux déjà existants, et permettrait à l'équipe de bénéficier ainsi d'une plus grande visibilité.

Le risque principal que l'on peut mentionner concerne l'éventuelle difficulté à développer des recherches fondamentales dans le contexte d'une école d'ingénieur demandant à ses enseignants-chercheurs d'être collecteurs de ressources contractuelles, en particulier auprès des entreprises locales.

▪ *Recommandations :*

Comme cela est spécifié dans le projet, il faut préparer au plus vite - c'est-à-dire pour le 1er janvier 2015 - l'intégration dans le laboratoire LRI en vérifiant sa faisabilité, c'est-à-dire en permettant à chaque thème de l'équipe Informatique de subsister et de se développer dans le laboratoire d'accueil, tout en exploitant le contexte porteur de la proximité d'une école d'ingénieur.

5 • Déroulement de la visite

Date de la visite

Début : vendredi 31 janvier 2014, 8h30
Fin : vendredi 31 janvier 2014, 16h30

Lieu de la visite

Institution : SUPELEC
Adresse : Le Moulon, Gif Sur Yvette

Déroulement ou programme de visite

8h30	Accueil du comité d'experts
8h45	Réunion des membres du comité d'experts (huis-clos)
9h00	Introduction de la visite par le délégué scientifique (DS) AERES Présence : membres du comité d'experts, représentants des tutelles, délégué scientifique (DS) AERES, tout ou partie de l'unité
9h10 - 9h45	Présentation du bilan et du projet de l'unité par le directeur de l'unité Présence : membres du comité d'experts, DS AERES, directeur de la recherche de SUPELEC (M. Gilles FLEURY), directrice de la recherche de Centrale (M ^{me} Estelle IACONA), directrice de E3S (M ^{me} Yolaine BOURDA), responsables des équipes de E3S, membres de l'équipe Informatique.
10h00 - 11h00	Présentation du bilan et du projet de l'équipe département informatique Présence : membres du comité d'experts, DS AERES, directeur de la recherche de SUPELEC (M. Gilles FLEURY), directrice de la recherche de Centrale (M ^{me} Estelle IACONA), directrice de E3S (M ^{me} Yolaine BOURDA), membres de l'équipe Informatique.
11h00 - 11h45	Rencontre avec les représentants du personnel. Successivement : ITA, étudiants, enseignants-chercheurs (huis-clos)
11h45 - 12h15	Réunion du comité d'experts avec les représentants des tutelles (huis-clos)
12h15 - 12h45	Réunion à huis clos du comité d'experts avec la directrice de l'École Doctorale : ED STITS N° 422
12h45 - 13h30	Repas
13h30 - 14h00	Réunion à huis clos du comité d'experts avec le directeur du LRI,
14h00 - 14h30	Réunion à huis clos du comité d'experts avec les directeurs du LGEP et du L2S
14h30 - 14h50	Réunion à huis clos du comité d'experts avec la directrice de E3S
14h50	Réunion à huis clos du comité d'experts
16h30	Fin



6 • Observations générales des tutelles

En dépit des sollicitations de l'AERES, aucune observation ne lui est parvenue au jour de la publication de cette évaluation.