



**HAL**  
open science

## U2IS - Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. U2IS - Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes. 2014, École nationale supérieure de techniques avancées - ENSTA Paristech. hceres-02033457

**HAL Id: hceres-02033457**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033457>**

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes

U2IS

sous tutelle des

établissements et organismes :

École Nationale Supérieure des Techniques Avancées -

ENSTA ParisTech





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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

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

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Jean-Charles FABRE, président du  
comité

---

<sup>1</sup> 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 : Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes

Acronyme de l'unité : U2IS

Label demandé :

N° actuel :

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Bruno MONSUEZ

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Bruno MONSUEZ

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Charles FABRE, Institut National Polytechnique de Toulouse

Experts : M. Peter DOMINEY, INSERM Lyon

M. Eric MARCHAND, Université de Rennes 1

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M<sup>me</sup> Maylis DELEST

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

M. Antoine CHAIGNE, ENSTA (représentant de l'ED n°447)

M. François HACHE, École Polytechnique (Future ED Interfaces)

M<sup>me</sup> Isabelle TANCHOU, ENSTA PARISTECH



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire U2IS, anciennement Unité d'Electronique et Informatique jusqu'en 2012, est un laboratoire de l'ENSTA ParisTech, école sous tutelle du Ministère de la Défense, localisé sur le plateau de Saclay à proximité de l'école Polytechnique.

L'école, et donc le laboratoire, historiquement localisés à Paris intra-muros, ont récemment intégré les nouveaux locaux situés sur le plateau de Saclay. Ces locaux très modernes offrent des perspectives de développement important.

### Équipe de direction

Le directeur du laboratoire, M. Bruno MONSUEZ, est accompagné d'un directeur adjoint, M. Thierry BERNARD. Le conseil de laboratoire est composé de tous les enseignants chercheurs permanents.

### Nomenclature AERES

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

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	13	14
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	8
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>21</b>	<b>26</b>



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	17	
Thèses soutenues	22	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	17	
Nombre d'HDR soutenues	4	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	10



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Les travaux de recherche de l'unité se focalisent aujourd'hui sur deux thèmes (équipes de recherche), "*Robotique Cognitive et Vision*" et "*Conception et Validation des Systèmes Embarqués*". Le laboratoire accueille des étudiants en doctorat (une vingtaine de soutenances sur 5 ans au total), des post-doctorants et des étudiants en stage de master sur ces deux thèmes. Quatre HDR ont été soutenues sur la période 2008-2013, portant le nombre de personnels HDR à 8. Un point fort est à noter : le recrutement s'est renforcé sur les 4 dernières années (4 enseignant-chercheurs en plus). Le laboratoire devrait rapidement tirer profit de ces recrutements récents.

L'organisation interne ne comporte pas de hiérarchie compte tenu de la taille du laboratoire. Un comité de direction est constitué de tous les membres permanents et piloté par un directeur et un directeur adjoint. Il n'y a pas d'organisation hiérarchique, des individualités portant différents axes au sein de chaque thème. Cette organisation collégiale fonctionne bien, tel que ressentie par les membres du laboratoire, mais peut présenter une incidence sur la mise en cohérence des activités au sein de chaque thème.

La thématique de l'équipe "*Robotique Cognitive et Vision*" se concentre sur la robotique de service avec une forte orientation sur la vision et sur l'utilisation de l'apprentissage. La thématique de l'équipe "*Conception et Validation des Systèmes Embarqués*" se concentre sur le développement de systèmes embarqués, de la conception à base de modèles, à la validation, en mettant en avant la sûreté de fonctionnement. Les deux thématiques devraient s'alimenter mutuellement, plus qu'elles ne le font actuellement : les systèmes robotisés en milieu ouvert nécessitent un haut niveau de sûreté de fonctionnement, et, réciproquement, le développement de systèmes embarqués trouvent dans les travaux en robotique de nouveaux problèmes et des champs d'applications. Les résultats sont globalement de bon niveau, surtout en ce qui concerne l'équipe "*Robotique Cognitive et Vision*" qui a atteint un niveau de visibilité reconnu, tant au plan national qu'international.

Sur le plan général, le laboratoire devrait profiter du dynamisme de l'environnement local sur le Plateau de Saclay (centres de recherche importants tels que le CEA, le centre de recherche Inria-Saclay, des industries et l'université Paris-Saclay en création), en prenant soin de focaliser ses thèmes de recherche afin de les renforcer, de les rendre plus visibles et, enfin, en ayant une analyse stratégique sur ses partenariats.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le contexte pour le laboratoire est très riche. Le dynamisme des activités de R&D sur le plateau de Saclay est de nature à offrir de nombreuses coopérations de recherche et des nouvelles possibilités contractuelles. La présence d'acteurs majeurs comme le CEA et l'Inria, véritables locomotives, l'imminence de la création de l'Université Paris-Saclay, la participation à l'IRT SystemX, le Labex Disgcosme sont des moyens pour s'intégrer dans des projets nationaux, voire européens, et donc d'obtenir de nouveaux moyens. La participation au projet DEPARTS du PIA (Programmes d'Investissements d'avenir) « Briques Génériques du Logiciel Embarqué » est un exemple de voie dans laquelle l'U2IS pourrait s'engager.

Les travaux du thème « robotique » ont atteint un bon niveau de reconnaissance (les travaux communs avec l'équipe projet commune Flowers de l'Inria en sont un exemple).

### Points faibles et risques liés au contexte

Le positionnement scientifique est un objectif important à considérer. Dans le cadre du plateau scientifique de Saclay, mais aussi au niveau national et international, une niche scientifique est à trouver sur le thème « système ».

Au delà des challenges scientifiques précis, le risque est d'être peu visible, tout d'abord au niveau local, au milieu d'acteurs majeurs tels le CEA, Inria et les universités parisiennes.



## Recommandations

Une réflexion stratégique doit être menée et il est certainement difficile pour U2IS d'exister de manière isolée dans un contexte environnant bouillonnant. Une association avec l'École Polytechnique et ses laboratoires nous paraît être le garant d'une plus grande pérennité à long terme et d'une certaine liberté/autonomie scientifique. Ceci sera vrai si les challenges scientifiques relevés et l'affichage de l'U2IS sont des points singuliers incontournables sur les deux thèmes avancés.

La réorganisation doit être mise à profit pour traiter trois questions : 1) la révision des objectifs de l'équipe conception et validation de systèmes embarqués, 2) la définition précise et le renforcement des interactions entre ces deux équipes, 3) la stratégie commune pour se lier à des partenaires dans le contexte local.



### 3 • Appréciations détaillées

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

D'un point de vue scientifique, les résultats sont de bon niveau, tout particulièrement sur la thématique robotique. Le niveau de publication est globalement bon, maintenu sur 6 ans, tout particulièrement dans les manifestations (conférences/revues) que le laboratoire considère comme majeures (C-ACTI-majeures). Le taux de publications dans des manifestations majeures du domaine est plus faible pour la thématique "*Conception et Validation des Systèmes Embarqués*" que pour la thématique "Robotique Cognitive et Vision" où l'on trouve des publications dans des revues de haut niveau (e.g. *IEEE Trans. On Robotics*). Le ratio chercheur/publication est en moyenne bon pour l'ensemble du laboratoire mais avec de fortes disparités.

Un effort devrait être fait en terme de visibilité sur la conception et la validation de systèmes embarqués en ciblant des conférences et des revues de grande visibilité dans le domaine des systèmes embarqués et de la sûreté de fonctionnement (SAFECOMP, DSN, EDCC) et de la vérification (RV, ISSRE, etc.).

L'un des points forts du laboratoire est aussi lié à certaines personnalités scientifiques qui ont un niveau de production important dans des revues et conférences de bon niveau, souvent en collaboration avec des partenaires extérieurs au laboratoire.

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

La visibilité nationale et internationale est suffisamment bonne pour attirer des jeunes enseignants-chercheurs et des étudiants étrangers de bon niveau. Les doctorants viennent en grande majorité d'écoles extérieures à l'ENSTA, ce qui montre un bon niveau d'attractivité. Il est peut être regrettable que le laboratoire n'attire pas des étudiants formés à l'école. Les relations avec Inria (projet *Flowers*, en particulier) ou avec le CEA sont de nature à renforcer cette visibilité, à condition que les travaux trouvent une niche scientifique spécifique.

La visibilité pourrait être renforcée au plan européen et international. L'implication dans des projets européens reste modeste. Au plan national, elle repose sur l'implication dans des projets ANR, FUI ou des PEA de la DGA et dans les meta-structures environnantes (IRT, INDEX, Labex, pôles, etc.).

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

Le dynamisme du laboratoire est patent par sa participation à un RTRA, au montage du Labex Digicosme et à l'IRT « SystemX », et par sa mobilisation dans le cadre du développement de IDEX Paris-Saclay. Des actions de recherche avec l'École Polytechnique, le CEA et l'Inria complètent ce paysage. Ce dynamisme est corroboré par le rapport entre les fonds propres (12 k€) et les contrats (990 k€) en 2013, en forte croissance depuis 2008.

L'équipe robotique démontre une forte implication sociale dans son activité de robots au service de la personne, qu'il s'agisse d'enfants autistes ou de personnes âgées. Ceci constitue une motivation forte pour l'équipe qui est à souligner et aussi un vecteur de visibilité et d'attractivité certains.

Les relations industrielles directes devraient être mieux mises en avant, au niveau de la présentation générale tant l'objectif applicatif des recherches menées est plusieurs fois souligné. Elles paraissent à la fois nombreuses et parfois ponctuelles.

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

L'organisation du laboratoire est non hiérarchique et plutôt collégiale. Cette approche est possible compte tenu de la faible taille du laboratoire qui correspond à une équipe de recherche dans des gros laboratoires. Les membres du laboratoire n'ont a priori aucun grief sur ce mode de fonctionnement, il y a en effet une grande proximité entre les membres quelle que soit leur position, ce qui donne une impression de bonne cohésion humaine.

Il est important de noter ici que le statut des enseignant-chercheurs (EC) sur contrat (de 6 ans) reste un problème, non seulement pour les personnels en poste, mais aussi vis-à-vis de l'attractivité des postes ouverts par le laboratoire. Cela peut avoir une incidence négative sur le recrutement.



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

La recherche est bien connectée avec l'enseignement supérieur local, les chercheurs étant enseignants à l'ENSTA. Les EC sont aussi particulièrement investis dans le montage de Masters en collaboration avec d'autres partenaires sur le plateau de Saclay. Leur implication dans les écoles doctorales locales est forte.

Les doctorants sont en majorité inscrits à l'EDX (ED 447), École Doctorale de l'École Polytechnique.

De nombreux post-doctorants sont financés sur des contrats collaboratifs et des contrats industriels : 7 sont prévus sur le projet DEPARTS. Les étudiants actuellement à l'U2IS proviennent par exemple de South Brittany University (Hanoi), Université Paris-Sud (LIMSI), Bielefeld University (Research Institute for Cognition and Robotics), Université de Lorraine (LORIA).

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

La stratégie à 5 ans couvre à la fois des aspects stratégiques et scientifiques. Sur le plan stratégique une hiérarchisation suivie d'une sélection des thématiques de recherche à maintenir devra être envisagée afin de limiter la dispersion et se concentrer sur la visibilité des travaux. De plus, pour réduire les efforts des membres du laboratoire à s'impliquer dans les très nombreuses initiatives locales, une montée en puissance en nombre de membres ou une association avec d'autres laboratoires sont les deux voies possibles. La première voie semble très peu probable. C'est donc la seconde qui doit être privilégiée.

Le projet scientifique de l'équipe robotique est en droite ligne avec ses résultats et ses succès actuels. Pour l'équipe sur la conception et la validation des systèmes embarqués, un effort de centrage est à mener. Le projet DEPART (2012-2018) est une opportunité dans ce sens. Ce projet collaboratif a pour objectif la réalisation de briques de base pour systèmes embarqués sûrs de fonctionnement. Ce projet est aussi un moyen privilégié de nouer des relations industrielles, tout comme les actions menées en relation avec les pôles de compétitivités comme System@tic, Astech, CapDigital, au sein desquels des membres du laboratoire participent à des groupes de travail.

## Recommandations

La recommandation principale est à la fois scientifique et stratégique. Une focalisation sur des challenges scientifiques clairs est importante, surtout dans le contexte local en pleine mutation et évolution. C'est essentiellement le thème "*Conception et Validation des Systèmes Embarqués*" qui doit se réorganiser, se recentrer autour de la thématique de la validation des systèmes embarqués. Il faut prendre garde à un affichage trop large, « conception et validation de systèmes embarqués » comme « sûreté de fonctionnement » sont des domaines qui ont de très nombreuses facettes et de nombreux acteurs en place. Définir précisément le périmètre des travaux est essentiel dans ces deux contextes pour se rendre visible, sinon incontournable sur le sujet.

Au delà des activités de recherches, les implications dans les différentes méta-structures locales et dans les différents montages sur le Plateau de Saclay, mis en avant à de multiples reprises, sont très nombreuses et représentent un risque de dispersion important compte tenu des forces vives du laboratoire. Des opportunités sont très clairement ouvertes dans ce contexte, mais une réflexion stratégique est nécessaire rapidement pour que le laboratoire se positionne. L'U2IS ne peut pas rester isolé dans le contexte du plateau scientifique et de l'Université Paris Saclay. Le projet de rapprochement avec l'École Polytechnique apparaît comme le plus solide, compte tenu des relations institutionnelles existantes X/ENSTA et de certaines relations de recherche déjà effectives. C'est celui qui permettrait certainement de garder une certaine indépendance sur des sujets de recherche pointus dont le périmètre est parfaitement défini. Ce rapprochement permettrait d'assurer la pérennité des activités de recherche tout en conservant des collaborations effectives avec des acteurs majeurs tels que le CEA et Inria.



## 4 • Analyse thème par thème

**Thème 1 :** Robotique Cognitive et Vision

**Nom du responsable :** M. David FILLIAT

Effectifs

Effectifs du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2013	Au 01/01/2015
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires	6	6
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)		
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	11	
ETP d'autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche	2	2
ETP de doctorants	9	
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>8</b>

### • Appréciations détaillées

L'équipe de « robotique cognitive et vision » se compose au 30 juin 2013 de 2 professeurs pour 6 EC. C'est donc une équipe de taille moyenne dont l'effectif s'est étoffé fortement ces dernières années. Les travaux de recherche se répartissent en 3 axes couvrant i) la perception de l'environnement, ii) l'apprentissage et la robotique comportementale, iii) les systèmes de vision. Derrière ses intitulés, les recherches concernent la robotique de service, les véhicules intelligents et la sécurité avec une forte orientation vers la vision et l'apprentissage comportemental. Les recherches menées contribuent à un domaine relativement nouveau de la robotique développementale et les fonctions associées qui doivent accompagner le développement de robots (vision, navigation, « curiosité », exploration). Ces recherches sont globalement bien focalisées et susceptibles d'avoir un impact certain tant au plan national (où les aspects d'apprentissage pour la robotique et de robotique comportementale sont très peu traités) qu'international.



### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le thème a publié 21 articles dans des revues internationales à comité de lecture depuis 2008. Ce sont essentiellement des revues majeures du domaine. On y retrouve IEEE Transactions on Robotics, Pattern Recognition, Autonomous Robots, Robotics and Autonomous Systems. Le thème a également produit 39 articles publiés dans des conférences internationales de haut niveau, parmi lesquelles on retrouve les conférences incontournables du domaine IEEE/RSJ IROS, IEEE ICRA, Human Robot Interaction (HRI), et 54 autres communications dans des conférences

internationales. Le thème est encouragé à poursuivre cette politique efficace de publications et à se focaliser sur les meilleurs journaux et conférences du domaine (T-RO, IJRR, ICRA, IROS) afin de maximiser l'impact de ses travaux.

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

Le thème est impliqué dans de multiples projets collaboratifs nationaux (par exemple ANR MACSi, PACOM, FUI ROBOT POPULI, PSPC ROMEO2) et internationaux (contrat industriel avec Honda Research Institute, USA). Il a aussi des collaborations académiques à l'étranger (Roumanie, Wisconsin USA, Colombie) et à l'échelle nationale. On notera par ailleurs qu'une partie de l'équipe est aussi membre de l'équipe projet Inria Flowers du centre Inria Bordeaux Sud-Ouest. Les enseignants chercheurs concernés par ce projet organisent des ateliers internationaux associés à de grandes conférences internationales (IEEE IROS et ICRA). Enfin, le thème a démontré son attractivité en attirant un certain nombre de chercheurs de grande qualité. L'un de ses membres a reçu une chaire d'excellence de l'ANR en 2009. Un autre a obtenu le prix du meilleur article de la revue IEEE Trans on Robotics pour ses travaux antérieurs.

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

Outre l'activité de publications, le groupe a déposé deux brevets (un en attente, un en place). Le groupe a une forte interaction avec le monde industriel, principalement grâce à la participation à de nombreux projets collaboratifs nationaux (ANR, FUI) ou internationaux (Eureka), mais aussi via des contrats industriels de pair à pair (Renault SAS, Honda USA). On notera finalement, et logiquement, la participation des chercheurs de l'équipe à des projets financés par la direction générale de l'armement (projet PEA ou Rapid) en collaboration avec le monde industriel (Gostai, Bertin, Cassidian,...)

### Appréciation sur l'organisation et la vie du thème

Le thème est structuré autour de deux personnalités principales. Il a réussi à se focaliser sur deux sujets principaux (perception et apprentissage) cohérents et homogènes. Des interactions existent entre ces différents axes (mais pourraient être renforcées). Les moyens humains semblent pour le moment suffisants. Il faut noter que de très bons recrutements ont eu lieu dans les deux dernières années. Les moyens expérimentaux sont conséquents et en adéquation avec les ambitions de l'équipe. Il est important de maintenir la présence d'un ingénieur de recherche permanent dans le groupe afin de pérenniser les développements.

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

Le thème est relativement actif dans la formation des doctorants. Quatre thèses ont été soutenues. On notera aussi que trois HDR ont été soutenues depuis 2008 ce qui est un excellent indicateur relativement au nombre d'EC de l'équipe. Plusieurs nouvelles allocations doctorales et post-doctorales ont été obtenues pour la période à venir. Le groupe est associé principalement à l'école doctorale EDX, et actif dans de nombreux masters (UPMC, Saclay...).

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

La stratégie affichée pour les années à venir est de renforcer l'axe 1 « Perception de l'environnement », et l'axe 2 « robotique d'apprentissage et de développement ». L'axe 1 portera sur l'activité de reconnaissance, la compréhension de la scène, l'utilisation du contexte et de la navigation intelligente. L'axe 2 poursuivra les travaux en robotique développementale, y compris l'apprentissage social et la « curiosité » reposant sur des apprentissages, dans le cadre de l'interaction homme-robot. Ces axes de recherche semblent pertinents et en adéquation avec les compétences présentes dans l'équipe. Dans un même temps, l'axe 3 sera réorienté avec la suppression des recherches sur les rétines intelligentes pour se concentrer sur le problème des architectures de système de vision.



Ce dernier axe pourrait être fusionné avec l'axe 1 pour accroître sa visibilité. Il serait par ailleurs pertinent d'accroître les interactions sur ce point avec le groupe «conception et la validation des Systèmes embarqués» (architecture des systèmes, réseaux de capteur) avec comme objectif à long terme de traiter la complexité de mise en œuvre des robots autonomes intelligents au niveau des systèmes.

### Conclusion

En conclusion, le thème aborde des problèmes d'actualité qui correspondent à une niche pertinente en robotique permettant d'obtenir une bonne visibilité dans la communauté. Les recherches menées dans le domaine de l'apprentissage comportemental en lien avec la robotique sont relativement récentes. Il conviendra de s'assurer qu'ils répondent à de vrais besoins sociétaux permettant d'envisager des collaborations directes avec les acteurs industriels.

Les publications sont significatives et de très bons niveaux. Le thème a mis en place un cadre de financement et de collaboration qui devrait permettre de lui assurer un certain succès dans les années à venir. L'étroite collaboration avec l'équipe projet commune Flowers est à encourager. Tout en veillant à garder ses spécificités et à ne pas se disperser, un renforcement des collaborations locales avec d'autres équipes du plateau de Saclay serait de nature à renforcer la dynamique de ce thème.



**Thème 2 :** Conception et Validation des Systèmes Embarqués

**Nom du responsable :** M. Bruno MONSUEZ

**Effectifs**

Effectifs du thème en Équivalents Temps Plein	Au 30/06/2013	Au 01/01/2015
ETP d'enseignants-chercheurs titulaires	7	8
ETP de chercheurs des EPST ou EPIC titulaires		
ETP d'autres personnels titulaires n'ayant pas d'obligation de recherche (IR, IE, PRAG, etc.)		
ETP d'autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
ETP de post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
ETP d'autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, etc.) hors post-doctorants		
ETP d'autres personnels contractuels n'ayant pas d'obligation de recherche		
ETP de doctorants	7.3	
<b>TOTAL</b>	<b>20.3</b>	<b>8</b>

### • Appréciations détaillées

L'équipe "Conception et Validation des Systèmes Embarqués" comporte 4 professeurs sur 7 enseignants chercheurs, ce qui constitue une équipe de taille moyenne mais ayant un potentiel humain significatif, qui s'est renforcé par rapport à la précédente évaluation. Les travaux de recherches se répartissent en 3 axes couvrant i) les méthodes de conception de systèmes complexes matériels et logiciels, ii) la vérification et la testabilité, et iii) les langages pour applications « sûres ».

L'intitulé de l'équipe, trop général, n'est pas particulièrement représentatif des travaux qui y sont menés. Cet intitulé laisse en effet augurer d'un ensemble de travaux plus étendu. L'impression générale relève plus d'une collection de travaux que d'une unité thématique. Le fil directeur global n'est pas évident à percevoir dans ce thème.

La notion de système embarqué est très large et donc ne permet pas de mettre en relief les activités de recherche. Pour devenir un point singulier visible dans un paysage scientifique environnant très pointu et concurrentiel, et aussi au plan national, il est important de revoir la présentation des activités. En outre, les activités de recherche dans ce thème sont très centrées autour d'individualités talentueuses. C'est vrai pour les architectures matérielles, les réseaux de capteurs, les langages, ce qui est peut-être un risque à moyen terme. L'axe 2 portant sur la vérification de systèmes est plus cohérent et devrait être à moyen terme le focus de l'équipe de recherche travaillant sur ce thème. Les activités autour des architectures matérielles et des langages devraient se rattacher à cette thématique. La sûreté de fonctionnement est mise en avant à de très nombreuses reprises : c'est un domaine très large avec de très nombreuses dimensions de recherche, qui peut paraître amené ici de façon un peu opportuniste. De très nombreux acteurs sont placés sur cette thématique, tout particulièrement pour les systèmes embarqués critiques au plan international, national mais aussi local (cf. le CEA-LIST par exemple). L'équipe devrait donc préciser son périmètre dans ce domaine pour être reconnue.



### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Un premier axe dans ce thème s'intéresse à la conception et à la synthèse de systèmes à partir d'une analyse de possibles architectures systèmes (multi-cœurs), orientée donc plus matériel que logiciel, plus temporel que non-fonctionnel au sens large. Le deuxième sujet de cet axe est relatif aux architectures de systèmes. Enfin, la troisième activité de recherche sur ce point porte sur les systèmes de communication et les réseaux de capteurs. Sur ce premier axe, les objectifs et les défis relevés sont à préciser, les approches techniques devraient être évoquées plus directement. Les publications sont variables, assez moyennes sur le premier sujet, elles sont de bon niveau sur le dernier, un membre de l'équipe étant présent sur une majorité des publications.

Le second axe, sur la vérification et la testabilité des systèmes, est le plus prometteur. L'axe se concentre sur les méthodes d'analyse statique de vérification de systèmes matériels et logiciels. Plusieurs axes de recherche productifs sont à distinguer : analyse des systèmes hybrides, calcul de haute précision, détermination des pires temps d'exécution, modélisation comportementale des systèmes avec des modèles hiérarchiques (en SystemC en particulier), et un atelier dédié à la conception et à la validation de systèmes certifiés. C'est donc un axe fort de ce thème, fournissant de nombreuses publications de bon niveau. Si la « sûreté de fonctionnement » est un vecteur majeur de ce thème à court terme, alors les résultats méritent d'être publiés dans les conférences importantes du domaine (IEEE Dependable Systems and Networks - DSN, European dependable Computing Conference - EDCC), du temps réel (IEEE Real Time System Symposium - RTSS), de la validation/vérification (Runtime Verification - RV, IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering - ISSRE), mais aussi SAFECOMP (International Conference on Computer Safety, Reliability and Security) à vocation plus applicative, sans oublier des revues comme IEEE TSE, IEEE TDCS, ou SP&E, par exemple.

Le dernier axe est centré sur les langages fonctionnels (OCaml) pour une programmation sûre et vérifiable. L'outillage de compilation et d'optimisation est certainement un point fort sur ce thème, mais cette activité semble portée par un unique chercheur très publiant, n'apparaissant plus dans le projet de recherche.

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

Le rayonnement s'effectue principalement au travers des nombreuses collaborations qui existent dans les projets ANR (Greecocom, Lurga, Cafein, Ape), dans 2 projets Feder (MPSocExplorer, Cetrac), dans un projet Rapid DGA Nadea sur le durcissement des composants, et bien entendu dans des actions de recherche directes avec des partenaires proches (X, CEA, Inria, le LIP6, l'ENSAM, le CEDRIC). L'implication est forte dans les méta-structures locales, les multiples implications des membres le montrent. Une mention particulière est à noter sur un projet récent : il s'agit du projet DEPART (2012-2018), qui est un projet collaboratif dont l'objectif est la réalisation de briques de base pour systèmes embarqués sûrs de fonctionnement. Les contributions du thème dans ce projet ne sont pas aisément perceptibles dans le détail, mais l'implication dans ce projet est forte (leader de 3 lots, et participant dans 2 autres). Le projet démarre, les travaux ne sont pas encore effectifs, mais le projet est une aubaine qui devrait permettre au thème de se structurer de manière plus pertinente autour des systèmes embarqués et de la sûreté de fonctionnement.

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

Le nombre important de collaborations montre le dynamisme du thème et sa volonté farouche d'exister dans un contexte local excessivement concurrentiel. Le potentiel humain limité du thème fait que ces implications demandent un investissement très important pour les EC. La gestion des nombreuses opportunités est source de dispersion. Le compromis reste à trouver, au travers de partenariats scientifiquement incontournables mais limités en nombre. Le transfert des résultats de recherche est en effet un objectif affiché par l'équipe et le laboratoire. La liste des partenaires industriels est significative, avec des acteurs importants de la défense (en particulier Sagem, Thales, DCNS). Le focus de ces collaborations est parfois malheureusement laissé sous silence.

Notons enfin des implications actives dans l'IRT SystemX, l'IDEX et le Labex Digicosme.

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

Le thème semble structuré autour de personnalités fortes, principalement sur les deux axes architecture système et langage. L'axe vérification est beaucoup plus cohérent et homogène.



Le dynamisme du thème au travers des collaborations nationales est correct mais pourrait être amélioré sur le plan international. Les moyens humains sont suffisants mais dispersés sur de trop nombreux sujets. Les moyens pratique, matériel et expérimentaux pourrait être amélioré car ils apparaissent assez modestes, en comparaison avec le thème robotique.

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

Le thème, à l'image du laboratoire, est très dynamique sur ce plan. Il est associé principalement à l'école doctorale EDX, et est très actif dans quatre Masters : Mifosa (Informatique fondamentale), MPMas (modélisation et architecture système), Commande et Sécurité de Fonctionnement, et IST (Information, Système et Technologie). Le nombre de doctorant et leur qualité ne souffrent d'aucun commentaire, même si on peut regretter le peu d'étudiants de l'ENSTA sur ce thème. Est-ce un signe d'un défaut d'attractivité du sujet ? C'est à prendre en compte dans la stratégie globale sur ce thème.

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

Le projet reste focalisé sur les 2 premiers axes ; l'activité langage (axe 3) ne fait pas partie du projet de recherche. Il est une continuation des travaux en cours sur l'axe 1 (architecture système) et sur l'axe 2 (vérification et tests). Ce projet doit être analysé en interne compte tenu d'un nécessaire positionnement scientifique et d'une stratégie d'alliance à mettre en œuvre.

Le projet DEPARTS a un rôle central dans ce projet, à juste titre d'ailleurs, et doit servir à une stratégie de positionnement scientifique en premier lieu. Le développement de l'atelier Focalize est à encourager.

### Conclusion

En conclusion, le thème possède un potentiel certain mais souffre d'une certaine dispersion, liée à des facteurs essentiellement environnants. Les multiples initiatives sur le plateau de Saclay sont à la fois une opportunité et une menace. Les travaux du thème doivent se recentrer autour de la vérification et de la testabilité des systèmes hybrides et dégager un intitulé plus représentatif des travaux qui sont menés. Cette recherche d'un nouvel intitulé doit s'accompagner d'une réflexion sur le positionnement scientifique et stratégique. La sûreté de fonctionnement des systèmes embarqués est un sujet très porteur, l'U2IS doit donc préciser sa valeur ajoutée et donc sa personnalité scientifique. La visibilité acquise par les travaux antérieurs n'en sera que plus émergente. Elle aidera le laboratoire à se rapprocher d'autres acteurs sur le plateau de Saclay où la concurrence locale est très forte. Un rapprochement avec le/les laboratoires de l'Ecole Polytechnique est une voie à privilégier sur le plan stratégique. C'est aussi un moyen d'éviter de disperser ses efforts et de les concentrer pour améliorer la visibilité des travaux de recherche.

Une suggestion d'intitulé: « Conception et Vérification de Systèmes Hybrides » (CVSH).



## 5 • Déroulement de la visite

### Date de la visite

Début : 5 Décembre 2013

Fin : 5 Décembre 2013

### Lieu(x) de la visite

Institution : ENSTA ParisTech

Adresse : 828 Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau

### Locaux spécifiques visités :

Salles d'expérimentations robotiques

### Déroulement ou programme de visite

8:15	Accueil du comité d'experts
8:30 - 9:00	Réunion des membres du comité d'experts (huis-clos)
9:00 - 9:10	Introduction de la visite par le président du comité d'experts (public)
9:10 - 10:10	Présentation du bilan et du projet de l'unité par le(s) directeur(s) de l'unité (public)
10:10 - 10:30	Pause
10:30 - 12:00	Présentation du bilan et du projet de chaque thème de l'unité par les responsables de thèmes (Public)
10:30 - 11:15	Thématique « Robotique Cognitive & Vision »
11:15 - 12:00	Thématique « Conception & Validation des Systèmes Embarqués »
12:00 - 12:40	Démonstration et Visite du laboratoire.
12:40 - 14:00	Repas (Membres du comité d'experts, représentants des tutelles, délégué scientifique AERES et partie de l'unité)
14:00 - 14:30	Réunion du comité d'experts avec les représentants des tutelles (huis-clos)
14:30 - 15:00	Rencontre avec les représentants du personnel du laboratoire (huis-clos)
14:30 - 14:50	Rencontre avec les enseignant-chercheurs (huis-clos)
14:50 - 15:05	Rencontre avec les doctorants (huis-clos)
15:05 - 15:15	Rencontre avec le personnel technique et administratif (huis-clos).
15:15 - 15:30	Réunion du comité d'experts avec les représentants de(s) École(s) doctorale(s) adossées au laboratoire (huis-clos)

La visite s'est parfaitement déroulée Elle a permis de se faire une opinion précise des travaux et du mode de fonctionnement du laboratoire, de rencontrer la direction de l'école, de discuter scientifiquement autour de posters, d'assister à des démonstrations très pertinentes.

L'organisation de cette journée était parfaite et a complété l'analyse du laboratoire par le comité d'experts.



## 6 • Observations générales des tutelles

Paris, le 12 mars 2014

N° 14/07 ENSTA/D

Affaire suivie par : Isabelle TANCHOU  
Directrice de la formation et de la recherche  
Tel : 01.81.87.19.00  
isabelle.tanchou@ensta-paristech.fr

Monsieur le Président  
du Comité d'Expert  
AERES

**Objet :** AERES – Evaluation Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes :  
Observations de portée générale

**Réf :** S2PUR150008815 - Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes - 0751878J

Monsieur le Président,

L'U2IS souhaite remercier l'ensemble du comité de l'AERES pour le travail réalisé dans le cadre de l'évaluation du laboratoire ainsi que des échanges nombreux et animés lors de la journée de visite du laboratoire.

L'U2IS a noté dans le rapport la recommandation plusieurs fois réitérée de recentrer l'activité du thème « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués ». Historiquement, l'Ecole avait pour politique de recruter des enseignants-chercheurs dont la mission première était de piloter des activités d'enseignement. Il était important de trouver des personnalités talentueuses et autonomes en termes d'activité de recherche. Durant les cinq dernières années, la stratégie du laboratoire a justement été plutôt de recruter des enseignants-chercheurs pour renforcer l'axe « Vérification et Testabilité des Systèmes » afin de structurer la recherche au sein du thème « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués ». L'U2IS apprécie que les experts considèrent cet axe comme cohérent, fort et prometteur et adhère à la recommandation de poursuivre le recentrage des activités du thème autour de cet axe. Ce recentrage était déjà annoncé dans le projet scientifique, notamment par l'intégration des activités « langages ». Suite et conformément aux recommandations, il sera accentué autour de thèmes prioritaires. Ce recentrage devra permettre d'afficher de manière plus « forte » la particularité et la spécificité des travaux de l'Unité par rapport aux différents acteurs sur le plan national et international.

L'U2IS a bien noté dans le rapport la recommandation d'augmenter l'interaction entre le thème « Robotique et Vision » et le thème « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués ». Concomitamment, l'Ecole et sa tutelle demandent à l'U2IS de développer une activité autour de

l'Ingénierie Systèmes, ce que confirme le rapport en bas de la page 6 (« Le positionnement scientifique est un objectif important à considérer. Dans le cadre du plateau scientifique de Saclay, mais aussi au niveau national et international, une niche scientifique est à trouver sur le thème « système » »). A la lecture des recommandations, il apparaît que l'interaction entre les thématiques « Robotique et Vision » et « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués » pourrait notamment être renforcée par le développement d'une recherche en « Ingénierie Systèmes » pour le développement de « systèmes robotiques sûrs ». Cette action transverse entre les thèmes « Robotique et Vision » et « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués » pourrait être consolidée par le recrutement prévu d'un enseignant chercheur afin de développer l'activité d'« Ingénierie Systèmes ». Cette suggestion du rapport devrait permettre de renforcer la perception de l'activité de l'Unité par les partenaires académiques et industriels. Cette action s'inscrit en cohérence avec les programmes scientifiques de l'IRT SystemX et de l'IEED VeDeCom.

L'U2IS a apprécié la reconnaissance par les rapporteurs du bon niveau de la production scientifique de l'Unité ainsi que de la très bonne qualité des publications dans le thème « Robotique et Vision ». L'U2IS note l'objectif de maintenir ce très bon niveau de publications académiques dans le domaine de la « Robotique et Vision » ainsi que l'objectif d'élargir le champ des publications aux conférences majeures du domaine de la « sûreté de fonctionnement » en ce qui concerne la « Conception et Vérification des Systèmes Embarqués ». Parallèlement à cet objectif d'élargissement à des conférences prestigieuses du domaine de la « SdF », il apparaît cependant souhaitable de maintenir un bon niveau de publications dans les conférences spécialisées comme notamment SAS, ICFP, PLDI, ICALP, FM, CC, DAC, DATE, ICC, GLOBECOM... Il s'agit de trouver le bon ratio entre les publications dans des conférences spécialisées un peu moins visibles et les conférences de plus grande visibilité, mais plus généralistes. Par ailleurs, le caractère appliqué, avec enjeux industriels parfois majeurs, de l'activité de recherche menée impose un compromis entre réalisations et publications.

L'U2IS a relevé que le rapport fait état du fait que peu d'anciens élèves de l'ENSTA effectuent au laboratoire une thèse, posant même la question de l'attractivité des thématiques pour les élèves ENSTA. Ce propos est à nuancer puisque 3 des 22 doctorants ayant soutenu leurs thèses sur la période sont des anciens élèves. Actuellement 3 anciens élèves font leur thèse au sein du laboratoire, représentant 15% des doctorants de l'Unité.

Comme le souligne le rapport, l'U2IS a développé de nombreuses collaborations avec des acteurs du monde industriel. L'objectif de L'U2IS est de construire un ensemble de relations privilégiées avec des industriels de référence comme DCNS, Honda, MBDA, Renault, SAGEM, Thalès pour avoir un accès facilité à un ensemble de cas d'étude pertinents pour le laboratoire, et de pouvoir procéder à un transfert des résultats de recherche vers ces industriels. Les focus de cette activité partenariale portent notamment sur les outils de « Vérification et Testabilité des Systèmes », les « modèles compositionnels d'architecture », les outils de « conception et synthèse de systèmes », les « algorithmes de traitement d'images embarqués, de perception et de navigation », la « robotique de service ». C'est dans ce contexte que l'U2IS envisage de créer avec la société Adelbaran un laboratoire commun « Industriel et Académique » autour de la robotique de service.

Une alliance avec un ou plusieurs autres laboratoires permettrait à l'U2IS de gagner en taille et en visibilité au plan national et international. Le rapprochement avec l'Ecole Polytechnique peut fournir un cadre et un contexte favorable pour créer des équipes travaillant sur les thématiques

intéressant le laboratoire. La création de l'Université de Paris Saclay ouvre aussi des opportunités à explorer, notamment avec des partenaires académiques comme l'Université Paris Sud ou l'AgroParisTech et pour la recherche des partenaires tels que le CEA, le LIMSI et l'ONERA. La stratégie d'alliance de l'Unité avec d'autres laboratoires sera celle qui garantira un développement harmonieux des activités de l'Unité, le maintien des interactions entre les deux thèmes de l'Unité et un accroissement de sa visibilité nationale et internationale.

Je vous prie de croire, Monsieur le Président, en l'expression de mes salutations distinguées.

La directrice

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'E. Crepon', written in a cursive style.

**Elisabeth CREPON**

Copies : DFR, U2IS