

HCERES

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

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en
Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique

PRISME

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université d'Orléans

Institut National des Sciences Appliquées Centre Val de
Loire

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

HCERES

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

Département d'Évaluation de la Recherche

Pour le HCERES,¹

Michel Cosnard, président

Au nom du comité d'experts,²

Françoise Bataille, présidente du comité

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

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

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

Rapport d'évaluation

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

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

Nom de l'unité :	Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique
Acronyme de l'unité :	PRISME
Label demandé :	EA
N° actuel :	EA 4229
Nom du directeur (2016-2017) :	M. Azeddine KOURTA
Nom du porteur de projet (2018-2022) :	M. Azeddine KOURTA

Membres du comité d'experts

Présidente :	M ^{me} Françoise BATAILLE, Université de Perpignan
Experts :	M. Rachid BENNACER, ENS Cachan
	M. Éric BIDEAUX, INSA Lyon
	M. Michel BORNERT, ENPC, ParisTech
	M. Renald BRENNER, Université Pierre et Marie Curie
	M ^{me} Marion GILSON-BAGREL, Université de Lorraine
	M. Abdellah HADJADJ, INSA Rouen
	M. Alain LINE, INSA Toulouse (représentant du CNU)
	M. Ahmed LOUKILI, École Centrale de Nantes
	M. Christian OLIVETTO, CNRS (représentant des personnels d'appui à la recherche)
	M. Gilles ROUX, Université de Toulouse
	M. Jean-Marc THIRIET, Université de Grenoble Alpes
	M. Han ZHAO, Université Pierre et Marie Curie

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Hassan PEERHOSSAINI

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Jean-Marie CASTELAIN, INSA Centre Val de Loire

M. Ioan TODINCA, Université d'Orléans

Représentants des Écoles Doctorales :

M^{me} Maitine BERGOUNIOUX, ED n° 551, ED MIPTIS, « Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes »

M. Yann VALLS, ED n° 552, ED EMSTU, « Énergie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers »

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes, Mécanique, Énergétique (PRISME) a été créé en 2008. Il résulte du regroupement de plusieurs unités de recherche du domaine Sciences et Technologie (sous-domaines : SPI et STIC). Le laboratoire PRISME est une Unité Propre de l'Université d'Orléans (EA 4229). Il comprend des enseignants-chercheurs de l'Université d'Orléans et de l'INSA Centre Val de Loire (établissements tutelles) ainsi que de l'École des Hautes Études d'Ingénieur (HEI, établissement partenaire). Le laboratoire est localisé sur plusieurs villes (Orléans, Bourges, Chartres et Châteauroux) et sur plusieurs sites (Polytech Orléans Vinci, Polytech Orléans Galilée, IUT de Bourges, INSA-CVL Campus de Bourges, IUT de Chartres, IUT de l'Indre, HEI site de Châteauroux). Les locaux du laboratoire sont, dans leur ensemble, fonctionnels et attractifs. PRISME est le plus gros laboratoire, pour ce qui est de la taille, de l'Université d'Orléans. Il est ZRR (Zone à Régime Restrictif) depuis 2014.

Équipe de direction

L'équipe de direction est constituée du directeur (M. Azeddine KOURTA) et d'un directeur adjoint (M. Gérard POISSON). Le laboratoire est organisé en deux pôles : le pôle F2ME (Fluides, Mécanique, Matériaux, Énergétique) dirigé par M. Azeddine KOURTA et le pôle IRAuS (Images, Robotique, Automatique, Signal), dirigé par M. Gérard POISSON.

Nomenclature HCERES

Domaine principal : ST5 (Sciences Pour l'Ingénieur).

Domaine d'activité

Le laboratoire PRISME est pluridisciplinaire. Il est structuré, depuis 2010, en deux pôles et 10 axes, qui sont de tailles variables, auxquels s'ajoutent trois axes transversaux.

Le pôle Fluide, Matériaux, Mécanique, Énergétique (F2ME) concerne les Sciences Pour l'Ingénieur (SPI). Il fédère les 6 axes thématiques suivants :

- I) axe Combustion, Explosions (CE). Les enjeux scientifiques de cet axe sont, d'une part, de comprendre et d'interpréter les phénomènes pouvant amener un système réactif à exploser et, d'autre part, de limiter le risque grâce au couplage des études en énergétique et en dynamique des structures mécaniques ;
- II) axe Énergie, Combustion et Moteurs (ECM). L'objectif de l'axe est d'optimiser les rendements des systèmes de propulsion et de limiter leurs émissions de polluants à partir d'une approche expérimentale et de modélisations quasi et mono dimensionnelles ;
- III) axe Écoulement et Systèmes Aérodynamiques (ESA). Cet axe mène des études de caractérisation des écoulements cisailés instationnaires et/ou turbulents et applique le contrôle pour optimiser les performances aérodynamiques et énergétiques dans le domaine des transports et de l'environnement ;
- IV) axe Dynamique des Matériaux et des Structures (DMS). Cet axe aborde au travers d'approches expérimentales et par la simulation numérique le comportement mécanique des matériaux et des structures sous sollicitations dynamiques transitoires, telles que celles rencontrées lors de chocs ou d'explosions ;
- V) axe Génie Civil (GC). Cet axe travaille sur la caractérisation du comportement sous sollicitations thermo-hydro-chémo-mécaniques des géo-matériaux constitutifs des ouvrages de génie civil et du patrimoine bâti, y compris leurs évolutions à long terme, en réunissant des outils numériques et des méthodes expérimentales ;

VI) axe Mécanique des Matériaux Hétérogènes (MMH). Cet axe aborde le comportement des biomatériaux et des matériaux manufacturés hétérogènes lors de leur mise en œuvre ou de leur utilisation en service, par le développement de lois de comportement multi-physiques et leur implémentation dans des codes de calcul de structures.

Le pôle Image, Robotique, Automatique, Signal (IRAuS) est du domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC). Il fédère les 4 axes thématiques suivants :

- I) axe Automatique (AUTOM). Cet axe a pour objectif l'étude du développement de méthodes et de concepts pour l'analyse et la caractérisation du comportement d'un système en vue de son contrôle et/ou de sa maintenance. Cette activité s'appuie sur la modélisation, l'observation, la commande, le diagnostic et la maintenance ;
- II) axe Image et Vision (IV). L'axe traite globalement de l'image, la vision, la reconnaissance visuelle. Les domaines de compétence regroupent l'Image et la vision par ordinateur, la vision géométrique, les images multimodales et la reconnaissance visuelle ;
- III) axe Robotique (ROBOT). L'axe travaille sur la recherche de méthodes pour le développement de systèmes robotiques au sens large. Ceci inclut la conception mécatronique des robots et leur commande ;
- IV) axe Signal (SIGNAL). L'axe se positionne sur deux problématiques scientifiques majeures : celle de la séparation et localisation de sources et celle de la détection et de l'estimation. Plus particulièrement, cet axe développe des méthodes de traitement du signal qui exploitent les propriétés de cyclostationnarité des données.

Outre les deux pôles F2ME et IRAuS, le laboratoire PRISME affiche 3 axes transversaux, à savoir :

- I) Ingénierie des systèmes de santé ;
- II) Contrôle des systèmes énergétiques ;
- III) Risques industriels.

L'axe Ingénierie des systèmes de santé cible l'aide à la prise de décision et au suivi thérapeutique (médecine personnalisée, projet ANR TECSAN ECOTECH), ainsi que le maintien à domicile et la compensation de la perte d'autonomie. Le domaine d'aide à la personne (projet FUI E-Monitorage) revêt une importance sociétale. L'axe Ingénierie des systèmes de santé est le plus original des trois axes transversaux. Il a su développer plusieurs actions dans le pôle IRAuS (projet APR (Région Centre) DANIEAL).

L'axe Contrôle des systèmes énergétiques concerne le contrôle d'écoulement (projet SMARTEOLE), le contrôle aéronef (autour de 2 thèses) et le contrôle moteur (qui relève de l'axe ECM). L'axe Contrôle des systèmes énergétiques a ainsi développé quelques actions dans F2ME.

L'axe Risques industriels a développé peu d'actions.

Effectifs de l'unité

Le laboratoire comprend, au 30/06/2016, 219 membres dont 114 enseignants-chercheurs (29 PR ; 42 HDR). La majorité des enseignants-chercheurs se répartissent sur les sites d'Orléans (49) et de Bourges (43). Les autres enseignants-chercheurs sont situés à Châteauroux (14) et à Chartres (8).

Au cours du contrat, la composition du laboratoire PRISME a beaucoup évolué compte tenu de plusieurs arrivées (20) et départs (9). L'effectif va de nouveau être modifié suite à la restructuration du laboratoire (départs des 3 axes portant les thématiques de mécanique, à savoir les axes DMS, GC, MMH). Le laboratoire va ainsi passer de 114 à 89 enseignants-chercheurs. On note le faible nombre de BIATSS (10 permanents pour l'ensemble du laboratoire qui est multi-site et pluridisciplinaire). La moyenne d'âge du laboratoire est de 46 ans.

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	114	89
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	10	9,7
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)	15	
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)	2	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	11	
N7 : Doctorants	67	
TOTAL N1 à N7	219	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	42	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	104
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	29
Nombre d'HDR soutenues	13

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Le laboratoire est structuré en deux pôles : le pôle Fluides, Mécanique, Matériaux, Énergétique (F2ME) qui relève des SPI, et le pôle Images, Robotique, Automatique, Signal (IRAuS) qui relève des STIC. Les axes transversaux, au nombre de trois, venaient compléter cette structuration, mais ne seront pas reconduits dans le prochain contrat.

Le pôle F2ME se répartit en deux grands thèmes. L'un concerne les Fluides et l'Énergie, tandis que l'autre concerne la Mécanique et les Matériaux.

La partie Fluide et Énergie du pôle F2ME est constituée des axes « Écoulements et Systèmes Aérodynamiques », « Énergie, Combustion, Moteurs » et « Combustion, Explosions ». Les thèmes de recherche correspondent à des activités phares du pôle, reconnues depuis longtemps par la communauté nationale (comme en témoignent le pilotage et la participation du laboratoire à plusieurs GDR et programmes ANR) et par les partenaires industriels (avec la signature de plusieurs conventions industrielles et contrats de recherche). Les trois axes bénéficient de financements CPER, d'un LabEx (CAPRYSSSES) et d'une chaire EADS (avec ICARE et PPRIME). Dans le cadre de collaborations industrielles avec PSA, l'OpenLab permet un ancrage fort avec l'industrie automobile.

Les recherches menées au sein de ces axes sont appliquées et basées sur des expérimentations lourdes (bancs d'essais moteurs, Hall Carnot pour la combustion à allumage commandé, soufflerie Malavard à grand débit pour l'aérodynamique et le contrôle) et parfois uniques en France (zone d'essai pyrotechnique, Hall détonation gazeuse H₂/Air, salle d'explosions de poussières, cellule de détonation ATEX). L'activité numérique, encore modeste, devrait se développer dans les années à venir pour atteindre un meilleur équilibre calcul/expérience. La production scientifique est de bon niveau, en nette progression par rapport à la précédente évaluation, même si des disparités existent encore entre les enseignants-chercheurs.

En termes d'animation scientifique, la cohésion des trois axes ne paraît pas aussi forte que la complémentarité entre les thèmes de recherche pourrait le permettre. La communication scientifique et la diffusion des connaissances devraient être améliorées pour pouvoir décloisonner les recherches au sein des axes. Des projets transverses intra- et inter- axes devraient se développer davantage, et des efforts doivent être faits par les animateurs pour renforcer la cohésion scientifique et mettre en synergie les compétences et les complémentarités des chercheurs. Les membres de la partie Fluide et Énergie du pôle F2ME sont impliqués dans l'enseignement et la formation par la recherche et ont de nombreuses responsabilités administratives et pédagogiques.

Les projets scientifiques, présentés dans le cadre du prochain contrat, sont cohérents, mais restent encore trop nombreux et devraient se recentrer. Une réflexion sur des choix stratégiques et sur des orientations vers les thèmes de recherche à caractère plus fondamental est à mener afin de développer une vision à plus long terme. Un positionnement international ambitieux est nécessaire pour bien asseoir la notoriété scientifique des équipes. Ainsi, les 3 axes Fluide et Énergie du pôle F2ME contribuent de manière significative à la recherche appliquée en France dans le domaine de la mécanique des fluides et des systèmes énergétiques. La mutualisation des moyens et le développement des synergies entre les équipes et les sites sont les maîtres-mots pour la réussite du prochain contrat.

La partie Mécanique et Matériaux du pôle F2ME regroupe les compétences du laboratoire en mécanique des matériaux et des structures. Elle comporte 3 axes qui abordent des questions bien différenciées : le comportement dynamique, notamment en contexte d'explosion (DMS), les propriétés Thermo-Hydro-Chémo-Mécaniques des matériaux (THCM) et structures du Génie Civil (GC) et l'analyse des matériaux de structure hétérogènes, avec des domaines d'application bien identifiés : composites tissés, matériaux réfractaires, biomatériaux (MMH). Ces axes ont des histoires, modes de fonctionnement et partenariats différents. Les axes GC et MMH sont regroupés sur le site Vinci de Polytech Orléans, alors que DMS est localisé sur deux sites à Bourges (INSA-CVL et IUT).

Les trois axes développent à la fois des activités expérimentales et de modélisation numérique, avec la volonté de faire interagir ces deux volets dans nombre de projets. Les composantes expérimentales sont souvent originales et visibles au plan national. L'activité contractuelle est importante dans les trois axes.

Il faut saluer la politique volontariste de la direction du laboratoire vis-à-vis des enseignant-chercheurs avec l'activité de publication réduite, qui a porté ses fruits. Les pratiques de publications restent néanmoins très contrastées, avec quelques ténors publiant beaucoup à côté d'autres chercheurs moins productifs, ou trop liés aux précédents. En particulier, le soutien aux jeunes chercheurs susceptibles de passer leur HDR pour leur permettre de construire une identité scientifique propre ne semble pas être pratiqué uniformément dans les diverses équipes, ce qui induit une fragilité à moyen terme de certaines d'entre elles. Le nombre et la durée des thèses sont satisfaisants, tout comme l'avenir des docteurs, mais le recrutement est très directement lié au volume de l'activité contractuelle et est assez irrégulier. Par ailleurs, l'unité souffre également de l'absence de formation master centré sur sa thématique de recherche.

Les axes ont tous vu leur composition fortement évoluer au cours de la période écoulée. Ces mouvements ont permis d'équilibrer la structure de certaines d'entre elles. Cet effort doit être poursuivi dans les années à venir pour l'axe GC plus récent, dont la pyramide des âges est trop bimodale. Diverses modalités ont été mises en place par la direction pour favoriser l'interaction entre les axes, ce qui est difficile du fait de l'éloignement géographique. On note quelques interactions entre ces trois axes, et avec les autres axes de PRISME (notamment CE et IV), mais assez ponctuelles. Cette composante « Mécanique et Matériaux » du laboratoire PRISME va fusionner avec le laboratoire LMR de l'Université de Tours pour former une nouvelle unité de recherche, le « Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé », centrée sur la mécanique. Le projet scientifique de ce dernier a été évalué par le comité d'experts du HCERES qui a visité le laboratoire LMR et ne sera ainsi pas commenté dans ce rapport. On peut toutefois regretter la perte de pluridisciplinarité induite par cette séparation, qui est un atout potentiel du laboratoire PRISME, et encourager le maintien d'interactions fortes entre composantes qui restent géographiquement proches et thématiquement complémentaires (entre axes DMS et CE par exemple, ou encore entre MMH, GC et IV).

Le pôle IRAuS est organisé en quatre axes scientifiques : l'axe « Automatique » (AUTOM), l'axe « Images et Vision » (IV), l'axe « Robotique » (ROBOT) et l'axe « Signal » (SIGNAL). Ils ont globalement un spectre large dans le domaine de la 61^{ème} section. En termes de répartition géographique, le pôle est, à l'image du laboratoire, réparti sur plusieurs sites. Le pôle IRAuS est impliqué dans les axes transversaux du laboratoire. L'axe IV collabore activement avec les axes MMH (au moins deux projets communs), DMS, CE. L'axe ROBOT collabore avec DMS (Nano-Robotique), AUTOM (commande non-linéaire) et IV (commande référencées vision).

Le taux annuel de publication en revue pour le quinquennat est de 3,11 par EC (Enseignant-Chercheur). Concernant les participations à conférences, le pôle se trouve globalement à 288 participations sur la période. Le laboratoire est bien ancré dans l'environnement scientifique national et international, le nombre de publications en partenariat en témoigne fortement. Les publications avec les industriels et les brevets sont moins développées. Sur le pôle IRAuS, il existe une disparité forte de dynamique de publication entre les acteurs. Il est important d'inciter les membres moins impliqués à renforcer leur activité de recherche et leur stratégie de publication dans des journaux scientifiques reconnus.

Le pôle IRAuS a été et est impliqué dans plusieurs projets ANR sur la période de référence, 11 projets dont 1 pour AUTOM, 3 pour IV, 5 pour ROBOT, 1 pour SIGNAL et 1 pour l'axe transverse SANTE. Concernant les appels à projet des collectivités locales (région, CG), le pôle a obtenu 19 projets dont 4 pour AUTOM, 6 pour IV, 2 communs à IV et ROBOT, 2 pour ROBOT et 5 pour SIGNAL. Sur la partie internationale, les chiffres sont de deux projets européens pour AUTOM. IV est par ailleurs impliqués dans quatre projets internationaux. Le pôle IRAuS a de bonnes interactions avec l'environnement économique, social culturel et sanitaire. On pourrait considérer que les axes ROBOT et IV sont plus avales par essence, et que cette partie devrait être plus forte sur ces deux axes, ce qui n'est pas le cas. Sur le plan contractuel, le pôle IRAuS a eu plusieurs contrats industriels, un total de 31 sur la période, se répartissant en 10 pour AUTOM, 1 commun à AUTOM et IV, 6 pour IV, 4 pour ROBOT, et 9 pour SIGNAL. Un dernier contrat concerne l'axe transverse SANTE.

De manière générale, le pôle a des liens forts avec l'enseignement, dans les diverses structures et institutions qui caractérisent le paysage local. Au niveau master, le Master MARS (Mécatronique-Automatique-Robotique-Signal) recouvre la totalité des compétences du pôle IRAuS, tandis que les Masters EM (Énergie et Matériaux) et MERI (Mécanique Et Risques Industriels) touchent le pôle F2ME sur des aspects bien ciblés. Deux masters internationaux sont également proposés, qui impactent également le pôle IRAuS (Master Vinci et Master AESM (Automotive Engineering for Sustainable Mobility)). La durée moyenne des thèses du pôle IRAuS est de 3,5 ans, cette valeur est un peu grande et devrait tendre vers 3 ans. Un très bon suivi des doctorants a été mis en place. Pour le prochain contrat, le pôle IRAuS est au cœur de la thématique STIC et apporte des contributions aux thématiques Fluides et Énergétique. Le pôle IRAuS, qui devient un département, conserve pour le prochain quinquennat ses quatre axes : AUTOM, IV, ROBOT et SIGNAL, autour des champs disciplinaires correspondants de la 61^{ème} section du CNU et avec des applications en santé (ingénierie des systèmes intelligents pour la santé et le bien-être), renouveau industriel, bâtiment intelligent et gestion intelligente de l'énergie.

En conclusion, le laboratoire PRISME est une unité de recherche qui possède de nombreux atouts scientifiques. Grâce à l'action volontariste de la direction, le nombre d'enseignants-chercheurs non-publiants est en forte diminution. Une politique forte pour développer un esprit de laboratoire, malgré les difficultés liées à son caractère pluridisciplinaire et sa répartition multi-site, a été mise en place. Cette action devra être amplifiée dans le nouveau contrat, au travers d'actions plus incitatives de la part de la direction, des animateurs d'axes et des tutelles pour mieux tirer bénéfice des fortes potentialités offertes par la largeur du spectre scientifique.