

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LMEE - Laboratoire de Mécanique et
d'Énergétique d'Évry

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université d'Évry-Val-d'Essonne - UEVE

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Laurent Stainier, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par la présidente du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

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. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président : M. Laurent Stainier, Centrale Nantes

Experts : M. Christian Geindreau, Université Grenoble Alpes
M. Didier Saury, École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, Chasseneuil-du-Poitou

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Paul-Antoine Santoni

REPRÉSENTANTE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

Mme Christelle Monville, Université d'Évry-Val-d'Essonne (UEVE)

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire de Mécanique et d'Énergétique d'Évry
- Acronyme : LMEE
- Label et numéro : UR 3332
- Nombre d'équipes : trois
- Composition de l'équipe de direction : M. Jean-Michel Cros (directeur)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST5 : Sciences pour l'ingénieur
ST5_1 Mécanique du solide
ST5_3 Mécanique des fluides
ST5_4 Énergie, thermique

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

L'unité LMEE est structurée en trois axes : Modélisation en Dynamique des Structures (MDS) ; Contrôle, Analyse des données, Risques et Environnement (CARE) ; Thermique et Énergétique (THE). Les enseignants-chercheurs de l'unité dépendent des sections 60 (68 %) et 62 (32 %) du CNU.

La thématique scientifique commune aux trois axes est celle du développement de méthodes numériques. Cela concerne : la modélisation et la simulation en mécanique des solides, en mécanique des fluides et en thermique et énergétique ; les techniques d'identification et les problèmes inverses (estimation de termes sources). L'unité crée également des logiciels qui se veulent efficaces et conviviaux, à destination des industriels et des chercheurs de ces domaines. Les thématiques spécifiques des axes sont les suivantes :

1. Les activités de l'axe MDS sont articulées autour de la modélisation numérique, linéaire ou non linéaire en statique ou en dynamique des solides et des structures, avec notamment le développement de la plateforme logicielle FER (Finite Element Research) ;
2. L'axe CARE développe des activités dans les domaines de la mécanique des fluides (écoulements dans les tuyères hypersoniques, écoulements atmosphériques), de l'analyse modale appliquée à la surveillance des ouvrages et des méthodes inverses ;
3. Les thématiques de l'axe THE concernent la simulation numérique de systèmes thermiques, principalement le développement de modèles réduits de type modal, ainsi que des travaux sur la convection naturelle en cavité fermée. Certains de ces développements sont capitalisés dans le logiciel SAMBA (Simulation par Analyse Modale utilisant des modes de Branches Amalgamés).

Des thématiques transverses ont été mises en œuvre, entre les axes CARE et MDS sur la dynamique vibratoire avec interactions fluide-structure, notamment au travers d'une plateforme expérimentale de dynamique des structures, et entre les axes THE et MDS sur la thermique du corps humain.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le Laboratoire de Mécanique et d'Énergétique d'Évry (LMEE) a été créé en 1998. Il est issu de la scission du CEMIF (Centre d'Études de Mécanique d'Île-de-France) en deux unités : le LMEE et le LSC (Laboratoire des Systèmes Complexes), lui-même devenu l'IBISC (Informatique, Biologie Intégrative et Systèmes Complexes). Les trois PAR du LMEE sont partagés à parts égales avec IBISC. Les thématiques de recherche étaient initialement motivées par les besoins du CEA (Saclay) en matière de tenue des structures aux vibrations, mais elles ont évolué suite au désengagement de celui-ci. Cette évolution a conduit d'abord à la formation de quatre axes, pour finalement conduire aux trois axes actuels depuis 2007, avec un changement de nom en début de période pour l'axe actuellement intitulé CARE.

À l'occasion de la création de l'Université Paris-Saclay, des discussions ont eu lieu avec d'autres unités des domaines de la mécanique et de l'énergétique (LIMSI, LMT, MSSMat) pour envisager des rapprochements. Mais ces discussions n'ont abouti à aucun changement pour le LMEE. L'unité est répartie sur deux sites, distants d'une dizaine de kilomètres : l'UFR Sciences et Technologies et IUT d'Évry (département GMP) situés à Évry-Courcouronnes et l'IUT d'Évry (département MT2E) situé à Brétigny-sur-Orge.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le LMEE est la seule unité de mécanique et d'énergétique dans le périmètre d'Évry. Elle est sous tutelle de l'Université d'Évry-Val-d'Essonne (UEVE), membre de l'établissement expérimental Université Paris-Saclay. Cela a par exemple permis au LMEE de bénéficier de financements du LabEx LaSIPS et de l'Objet interdisciplinaire «

Institut Paris-Saclay d'Aéronautique et Astronautique) (OI PSIA2), et d'être accompagné par la SATT Paris-Saclay pour des actions de valorisation. L'unité fait également partie de l'institut DATAIA, qui rassemble les compétences en IA.

Le LMEE est rattaché à l'ED SMEMaG, elle-même rattachée à la Graduate School « Sciences de l'ingénierie et des systèmes » de l'Université Paris-Saclay. L'unité représente l'UEVE au sein du pôle de compétitivité « ASTech Paris Région », impliqué sur les secteurs industriels du lancement spatial, de l'aviation d'affaires, de la propulsion et des équipements.

Le LMEE participe aux activités de vulgarisation de l'association « Évry-Sénart Sciences et Innovation » (ESSI) qui réunit les acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche de l'agglomération Grand Paris Sud où se situe l'UEVE.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	16 (dont 4 HDR)
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	25
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2 (dont 1 PREM)
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	9
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	36

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
UEVE	22	0	3
Autres	0	0	0
Total	22	0	3

AVIS GLOBAL

Le LMEE est une unité de petite taille, bien inscrite dans son environnement local (UEVE), développant des thématiques scientifiques originales (par exemple, mécanique non-régulière, méthodes inverses et réduction modale) autour de la modélisation et de la simulation numérique en mécanique et en énergétique. Ces développements sont capitalisés dans les codes FER pour la mécanique non-linéaire des structures (axe MDS) et SAMBA pour les transferts thermiques (axe THE). Ces outils numériques sont emblématiques des activités de recherche développées au LMEE. Pour la période, le comité note l'implantation de modèles de contact frottant avec adhésion dans FER, le développement d'une méthode de sous-structuration modale pour le calcul thermique direct et inverse autour de l'outil SAMBA ou encore l'amélioration de la compréhension des écoulements dans les tuyères supersoniques à double galbe.

Les travaux scientifiques menés dans l'unité donnent lieu à des publications de qualité, dont le nombre est globalement en progression, avec une répartition hétérogène entre les axes et une marge d'amélioration. L'axe CARE est impliqué dans deux projets soutenus par l'ANR, dont un en qualité de porteur.

L'activité contractuelle avec le monde socioéconomique est bonne, avec notamment l'extension d'un brevet (États-Unis, Japon), mais ces collaborations sont limitées à quelques partenaires, et restent en retrait par rapport au potentiel de l'unité.

L'unité souffre d'un isolement au sein du site de Paris-Saclay, et d'un manque de visibilité au niveau national et international. Cela s'explique en partie par le poids des charges d'enseignement et les nombreuses responsabilités administratives portées par les membres de l'unité, avec comme corollaire l'influence marquée des départements d'enseignement sur l'organisation et la stratégie RH de l'unité.

Au cours de la période évaluée, la direction de l'unité a mis en place différentes actions conduisant à une amélioration de la qualité de la vie scientifique, principalement au travers de l'animation pour les doctorants, ou de journées de l'unité, ce qui est très satisfaisant. Cet effort est néanmoins compliqué par la dispersion géographique et les conditions matérielles (vétusté de certains locaux et manque d'espace de bureaux, par exemple).

Le projet proposé par la direction s'inscrit dans la continuité et va dans la bonne direction. Il pourrait cependant être plus ambitieux et plus proactif, en particulier pour le positionnement de l'unité dans l'environnement de Paris-Saclay. Plus généralement, il est nécessaire d'affirmer de façon plus marquée une stratégie scientifique commune à l'unité, qui transcende les axes.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

« Un effort collectif doit être fait pour dégager des lignes stratégiques qui permettront de valoriser les travaux de recherche menés au LMEE, de renforcer leur visibilité et de préparer un avenir commun dans un environnement universitaire en reconfiguration. »

Un effort a été entamé pour améliorer la visibilité de l'unité dans son environnement local (participation à des Objets interdisciplinaires de Paris-Saclay, comme le PSIA2) et national (par exemple, organisation de l'école d'été METTI), mais la recommandation reste d'actualité.

« Aussi, il convient d'inciter l'ensemble des membres de l'unité à publier leurs travaux de recherche dans des revues de fortes renommées, et encourager les maîtres de conférences à passer leur HDR. »

Ces recommandations ont été prises en compte. Le nombre de publications dans des revues internationales est passé de 71 au cours de la période précédente à 100 lors de cette période, ce qui représente une augmentation nette, même en prenant en compte l'évolution du nombre d'EC (de 19 à 22). Ces publications sont pour 66 % effectuées dans les meilleures revues du domaine (Comput. Methods Appl. Mech. Eng., Int. J. Heat Mass Transfer, Int. J. Heat Fluid Flow). Deux MCF ont passé leur HDR au cours de la période, et trois autres devraient soutenir une HDR dans les deux ans.

« Une participation dans le master de mécanique de Paris-Saclay et une politique de codirection de thèse avec d'autres unités du site permettraient au LMEE de renforcer son activité d'encadrement doctoral. »

Ces recommandations ont été prises en compte. Des EC de l'unité participent à des masters de l'Université Paris-Saclay (Mécanique, Enveloppe et Construction Durable, Physique et Ingénierie de l'Énergie), sans gros impact cependant sur la visibilité (recrutement de doctorants, notamment). Trois thèses sont menées en codirection avec l'unité IBISC (dans l'axe CARE).

B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité

« ... le LMEE doit développer une importante réflexion collégiale, et à long terme, sur la politique scientifique qui lui permettra de porter une vision plus claire sur ses activités de recherche afin de les rendre plus compétitives dans un environnement universitaire en reconfiguration. »

Cette réflexion, qui pourrait notamment s'appuyer sur un conseil scientifique, n'a pas eu lieu. Le comité note des discussions sur un rapprochement avec d'autres unités (LIMSI, LMT, MSSMat), n'ayant cependant pas abouti.

« ... il est recommandé à l'unité de constituer un conseil scientifique avec des membres élus et dont les réunions seraient ouvertes à tous. Il est également recommandé de constituer un groupe de réflexion ouvert à des personnalités extérieures à l'unité, pour l'aider à définir sa stratégie de recherche. L'unité est encouragée à établir un cadre permettant des échanges entre tous les doctorants de l'unité, ainsi que d'organiser des réunions conviviales pour resserrer les liens entre tous les membres de l'unité. »

La mise en place d'un conseil scientifique ou d'une structure pour discuter de la stratégie scientifique globale de l'unité n'a pas eu lieu. Des journées de l'unité ont été mises en place, ainsi que des actions d'animation orientées vers les doctorants (présentation des travaux lors de petits-déjeuners, par exemple).

C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

« Il est absolument nécessaire de développer les interactions et les projets transverses entre les axes, comme celui autour de la simulation multiphysique de systèmes complexes non-linéaires et la réduction des modèles ainsi que les problèmes inverses pour l'identification des sources et des lois de comportement. Le comité recommande également à l'unité de continuer à renforcer sa production scientifique et de la porter à la plus haute qualité pour se maintenir comme une unité spécialisée dans le nouveau paysage local et régional. »

Cette recommandation a partiellement été mise en œuvre, au travers d'une thèse entre les axes CARE et MDS (sur la thématique de la conversion de l'énergie vibratoire) ainsi que d'un post-doctorant entre les axes CARE et THE (sur les méthodes inverses). La production scientifique a augmenté en nombre, et est de très bonne qualité avec 66 % des ACL dans les meilleures revues du domaine.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'objectif principal affiché est de développer des méthodologies numériques et les environnements logiciels associés pour des applications relevant des sciences de l'ingénieur. Cet objectif est en cohérence avec les activités menées dans les différents axes et adresse des questions scientifiques et sociétales pertinentes (santé, qualité de l'air, énergie, transports décarbonés...). La vision stratégique globale de l'unité est peu développée.

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les sources de financement reposent sur un nombre limité de partenaires et de financeurs, ce qui les rend fragiles. Le rapport PR/MCF (0,3) est insuffisant, ce qui limite la capacité d'encadrement de l'unité. Le nombre limité de PAR (3 à mi-temps) fragilise le fonctionnement de l'unité.

Le manque de place (surface de bureaux disponible) freine l'attractivité de l'unité et son potentiel de développement. La vétusté du site IUT de Brétigny et les incertitudes sur son avenir accroissent ces difficultés.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Un effort a été fait pour enrichir la vie de l'unité (journées de l'unité, petits-déjeuners des doctorants). Cependant, l'animation scientifique reste faible et limitée à quelques séminaires de doctorants, ce qui ne favorise pas le développement d'une identité commune et du sentiment d'appartenance à l'unité.

Le fonctionnement du conseil d'unité a été amélioré (fréquence des réunions). Néanmoins, il manque un

conseil scientifique pour réfléchir à une stratégie globale.

L'unité a mis en place une politique claire et très satisfaisante de prévention des risques (santé et sécurité au travail, psychosocial, informatique). La politique de protection du patrimoine scientifique est bien appliquée par l'unité, mais elle est perçue par le personnel comme une source de complexité.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité développe des méthodes numériques originales (par exemple en mécanique non-régulière, ou en identification et réduction modale), dont la pertinence est reconnue par la communauté comme l'attestent par exemple l'intervention à l'école METTI pour ce qui concerne la thermique ou encore les nombreuses collaborations (Southwest Jiaotong University, UTBM, UCBL) pour la mécanique.

Les thématiques scientifiques abordées répondent à des questions sociétales (énergie et développement durable, qualité de l'air) et à des champs d'application industrielle porteurs (transport, production d'énergie). Des perspectives intéressantes se dessinent sur la thématique sport-santé, ainsi que sur une chaire industrielle « industrie du futur » de l'UEVE.

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité a développé peu de collaborations avec des unités extérieures au site d'Évry. L'activité tourne largement autour de thématiques historiques reposant sur des personnes spécifiques, plutôt en fin de carrière, ce qui pose des questions sur leur avenir.

La vision stratégique globale de l'unité est peu développée, en particulier en vue du positionnement sur les grands appels à projets nationaux (PEPR) et européens.

2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les ressources financières de l'unité ont été en légère augmentation au cours de la période. La dotation UEVE est passée de 38 k€ en 2018 à 51 k€ en 2023, et les ressources contractuelles sont stables (environ 135 k€ en 2019, 2020, 2022, avec une augmentation ponctuelle à 187 k€ en 2023). Cette augmentation des ressources financières s'accompagne d'une augmentation du nombre d'EC (de 19 en 2018 à 22 en 2023).

L'unité a obtenu des financements internes au moyen du Fonds pour le Rayonnement de la Recherche (FRR) de l'UEVE pour un total de 200 k€ et de l'Université Paris-Saclay (OI PSIA2, Labex LaSIPS, SATT).

Points faibles et risques liés au contexte

Les ressources contractuelles sont relativement faibles au regard de la taille de l'unité, avec un nombre limité de partenaires financeurs (principalement DGA, Thalès). Elles sont inégalement réparties entre les axes (de 53 k€ pour MDS à 615 k€ pour CARE, et 123 k€ pour THE) et à l'intérieur des axes. Ces ressources sont en bonne partie mobilisées par des EC séniors, ce qui pose la question de l'autonomie des jeunes EC.

L'unité rencontre des difficultés à attirer des candidats de bon niveau et à obtenir des contrats doctoraux sur le concours blanc de l'ED SMEMAG. Au cours de la période, neuf thèses seulement ont été soutenues, vingt ont été encadrées (avec 2 abandons), et seulement deux stagiaires de master ont continué en thèse.

Les membres de l'unité occupent de nombreuses responsabilités administratives (VP UEVE, directeur et directeur-adjoint d'IUT, directeur-adjoint d'UFR, chefs de département d'IUT et d'UFR), combinées à des charges d'enseignement importantes, qui obèrent leur activité de recherche.

Le rapport PR/MCF (0,3) est faible, ce qui peut mettre en difficulté l'unité et sa capacité d'encadrement.

L'unité bénéficie de trois PAR à mi-temps (partagés avec IBISC) : un support administratif, un support informatique et un support technique lié à la plateforme expérimentale commune MDS-CARE. Cela permet à l'unité de fonctionner, mais ce faible nombre de personnels est source de fragilité, notamment au regard du

départ du support administratif à la fin de l'année 2024, avec un remplacement qui n'était pas finalisé au moment de la visite (novembre 2024).

D'un point de vue logistique, la dispersion géographique de l'unité et le manque de locaux sont un frein aux activités de l'unité. Le site de Brétigny souffre de vétusté, et des incertitudes planent sur sa pérennité.

Les moyens informatiques (puissance de calcul, réseau) et les outils de développement logiciel (suivi de version, dépôts) disponibles ou mis en œuvre ne sont pas forcément à la hauteur des objectifs.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Un effort a été fait pour enrichir la vie de l'unité, par exemple au travers de la mise en place de journées annuelles de l'unité, ou de petits-déjeuners des doctorants et post-doctorants. Le fonctionnement du conseil d'unité a également été amélioré (fréquence mensuelle ou bimestrielle des réunions, ouverture à tous les membres du laboratoire).

L'unité a mis en place une politique de prévention des risques. Un assistant de prévention est identifié sur chaque site, et le DUER est régulièrement mis à jour. La direction a réalisé des investissements pour assurer l'ergonomie des bureaux.

La direction de l'unité s'assure du respect de la politique égalité / parité, violences sexistes et sexuelles, telle que définie par les établissements dont elle dépend (UEVE, Université Paris-Saclay).

Le PAR en charge de l'informatique assure la sécurité du réseau en suivant la politique définie par les établissements.

Points faibles et risques liés au contexte

L'animation scientifique reste faible et limitée à quelques séminaires de doctorants, ce qui ne favorise pas le développement d'une identité commune et du sentiment d'appartenance à l'unité.

Il manque un conseil scientifique pour réfléchir à une stratégie globale.

L'application de la politique de protection du patrimoine scientifique définie par les tutelles n'est pas toujours lisible pour les personnels, et complexifie les relations internationales avec des partenaires historiques, en particulier avec la Chine.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'unité est visible au niveau national sur certaines thématiques comme les méthodes modales en thermique, les méthodes numériques pour la mécanique non-régulière et les écoulements supersoniques dans les tuyères. Sa visibilité au niveau international est modeste (pas de conférence invitée, par exemple), bien que des collaborations existent avec la Chine, l'Afrique du Nord et l'Inde. À ce jour, l'unité ne se saisit pas suffisamment de l'environnement Paris-Saclay pour attirer des doctorants ou des chercheurs étrangers (un seul chercheur invité au cours de la période).

- 1/ *L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ *L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ *L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ *L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

Plusieurs membres de l'unité sont impliqués dans des sociétés savantes, en particulier la Société Française de Thermique (SFT) pour laquelle ils ont organisé l'école METTI et animent un Groupe Thématique (conduction-thermocinétique), mais aussi l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF).

Une enveloppe d'installation et des décharges d'enseignement (64 h la première année, puis 32h les deuxième et troisième années) sont mises en place (par l'UEVE) pour les nouveaux arrivants. L'unité a mis en place une politique de financement de stages de M2 (31 stagiaires M2 accueillis au cours de la période).

L'unité (plus précisément l'axe CARE) participe à deux projets ANR, dont un en qualité que porteur. Ses EC ont par ailleurs obtenu des financements locaux : UEVE (FRR), Université Paris-Saclay (OI PSIA2, Labex LaSIPS), Région Ile-de-France (DIM Réseau Francilien en Sciences Informatiques).

L'unité a également mis en place des collaborations internationales (Chine, Tunisie, Inde...) permettant de financer des doctorants. Le comité note 75 % de doctorants étrangers et cinq contrats doctoraux soutenus par des financements étrangers sur les vingt thèses de la période.

L'unité s'est dotée de moyens de calcul locaux, ainsi que d'une plateforme expérimentale de dynamique des structures. Elle possède par ailleurs des compétences et une expérience reconnues dans le développement des solutions logicielles : FER pour la mécanique (non-linéaire et non-régulière) et SAMBA pour l'énergétique (méthodes inverses et réduction modale).

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'implication des chercheurs de l'unité dans le pilotage des instruments de l'Université Paris-Saclay (Graduate School, Objets Interdisciplinaires) est faible.

L'unité est peu présente dans les projets collaboratifs au niveau régional ou national (hormis deux ANR, mais impliquant un seul axe), et ne participe à aucun projet européen.

Il n'est fait état d'aucune mobilité sortante (invitations à l'étranger, conférence invitée). Un seul chercheur invité étranger a été accueilli durant la période. Le manque de locaux est un frein à l'accueil d'invités.

L'unité n'a pas mis en place de dispositif permettant d'impliquer systématiquement les jeunes MCF dans un encadrement de thèse.

L'activité collaborative repose sur un nombre limité de partenaires extérieurs (ICARE, IRDL), et de porteurs en interne. Des difficultés sont à prévoir concernant les collaborations avec la Chine, notamment au vu de l'évolution des politiques de protection du patrimoine scientifique.

L'unité exploite peu les moyens de calcul régionaux et nationaux. Les outils numériques maison développés en interne sont peu ou pas diffusés hors de l'unité.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique globale de l'unité est très bonne (environ 1,5 ACL/ETP/an). Les membres de l'unité publient majoritairement (66 % des ACL) dans des journaux de très bonne qualité. Cela cache cependant de fortes disparités, à la fois entre les axes (1 ACL/ETP/an pour THE, 1,45 ACL/ETR/an pour CARE, 2,7 ACL/ETP/an pour MDS) et au sein des axes.

- 1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*
- 2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*
- 3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

La production scientifique globale de l'unité est très bonne avec environ 1,5 ACL/ETP/an. Les membres de l'unité publient majoritairement (66 % des ACL) dans des journaux de très bonne qualité (Comput. Methods Appl. Mech. Eng., Int. J. Heat Mass Transfer, Int. J. Heat Fluid Flow), reconnus par leurs communautés respectives. La plateforme HAL est privilégiée pour rendre accessibles les publications de l'unité, le conseil de l'unité s'étant positionné contre le paiement de frais de publication. Tous les membres de l'unité participent aux activités de recherche et ont publié des ACL au cours de la période. Le nombre de thèses soutenues est resté stable (9 au cours de cette période, pour 8 lors de la période précédente) et l'unité a bien géré la période de la Covid-19. Les doctorants sont associés aux publications, en premier auteur.

Des avancées scientifiques ont été réalisées dans les trois axes au cours de la période. Pour l'axe MDS, le comité note par exemple l'implantation de modèles de contact frottant avec adhésion dans le logiciel FER, permettant des simulations en biomécanique de la peau (J. Mech. Behav. Biomed. Mater., 2023) ou encore le développement d'un cadre de simulation robuste pour la modulation des propriétés vibroacoustiques des microsystèmes piézoélectriques. L'axe CARE a contribué à améliorer la compréhension des écoulements dans les tuyères supersoniques à double galbe au travers d'approche numérique ou expérimentale (Int. J. Heat. Fluid. Flow. 2021). L'axe THE a développé des modèles réduits de type modal extrêmement efficaces pour simuler des problèmes thermiques pour des composants électroniques (Int. J. Therm. Sci. 2020) ou bien pour résoudre des problèmes d'identification par méthode inverse.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

La très bonne production scientifique globale de l'unité cache de fortes disparités, à la fois entre les axes (1 ACL/ETP/an pour THE, 1,45 ACL/ETP/an pour CARE, 2,7 ACL/ETP/an pour MDS) et au sein des axes. La participation aux conférences est relativement faible et principalement au niveau national (17 participations à des conférences internationales pour 47 participations au total au cours de la période).

L'unité n'a pas mis en place de moyens permettant de gérer, partager et éventuellement diffuser les logiciels qu'elle développe.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'unité développe des thématiques scientifiques en lien avec un nombre limité d'acteurs industriels, notamment au travers de dispositifs Cifre. Ses résultats de recherche ne sont pas suffisamment valorisés : le comité compte l'extension d'un seul brevet au cours de la période. L'unité développe avec pertinence d'autres thématiques en lien avec les enjeux du développement durable (qualité de l'air, dirigeables pour le transport décarboné, récupération d'énergie vibratoire). Les activités de médiation scientifique sont en retrait.

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.*
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.*
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

L'unité développe plusieurs thématiques de recherche en lien avec des acteurs industriels (thermique avec Thalès et Arcelor-Mittal, mécanique des matériaux avec Safran). Ces collaborations se traduisent notamment par une thèse financée par un dispositif Cifre qui a été soutenue et une autre en cours, toutes les deux avec Thalès. Elle développe des thématiques en lien avec les enjeux du développement durable (qualité de l'air, dirigeables pour le transport décarboné, récupération d'énergie vibratoire), conduisant par exemple à des collaborations avec des entreprises (Hylight), ou des agences nationales (CEREMA). Les ressources contractuelles de l'unité représentent un montant total de 579 k€ au cours de la période (sur un total de 964 k€ de ressources propres).

Au cours de la période, des EC de l'unité ont étendu un brevet aux États-Unis et au Japon dans le domaine de la propulsion spatiale portant sur le contrôle de la transition de régimes d'écoulement à basse altitude et haute altitude en vue d'accroître les performances propulsives des tuyères à double galbe.

Des EC de l'unité ont proposé des actions de médiation scientifique lors de la fête de la science et des journées portes ouvertes. L'unité est impliquée dans un projet de médiation scientifique et culturelle (OuCliPo) portant sur les fictions climatiques visant à proposer une plateforme collaborative entre les étudiants et les enseignants.

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Le nombre limité de partenariats industriels, portés par un nombre limité de permanents, fait courir un risque sur la pérennité de ces collaborations.

La valorisation des résultats de l'unité est faible (uniquement l'extension d'un brevet). Les logiciels développés ne sont pas ou peu diffusés hors de l'unité.

Les interventions en matière de vulgarisation scientifique sont limitées aux journées portes ouvertes et fêtes de la science. En dehors de celles-ci, on compte seulement la collaboration de l'axe CARE avec l'association Evry-Sénart Sciences et Innovation.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire scientifique proposée par la direction de l'unité se positionne dans la continuité des évolutions entamées durant la période évaluée, ce qui semble raisonnable et pertinent. Une réflexion devra cependant être menée sur la pérennité de certaines thématiques suite aux prochains départs à la retraite (par exemple, les tuyères).

Les objectifs de développer les partenariats académiques et industriels, dont le nombre est actuellement en deçà du potentiel offert par les thématiques et compétences de l'unité, et de diversifier les ressources pour sécuriser les moyens de mener cette politique scientifique, apparaissent pertinents.

Concernant le fonctionnement de l'unité, les objectifs sont notamment d'améliorer la communication interne et l'animation scientifique, en particulier à destination des doctorants, ce qui répond à un besoin identifié par le comité. La proposition de mise en place d'un comité scientifique se réunissant une fois par an pour faire un bilan est trop peu ambitieuse, et devrait être étendue à une réflexion sur la stratégie scientifique globale de l'unité, trop peu discutée à ce jour.

L'objectif d'amélioration de la visibilité de l'unité à travers une plus forte implication dans les Objets interdisciplinaires (PSIA2, PASREL, I2M, ALLCAN) de l'Université Paris-Saclay est pertinent. Il en est de même pour la volonté d'utilisation du mésocentre Centrale-Supélec.

Concernant la trajectoire en matière de ressources humaines, quatre passages d'HDR sont envisagés prochainement, ainsi que des recrutements d'EC. L'unité doit se poser la question de sa politique de recrutement, en vue d'améliorer le ratio PR/MCF, aujourd'hui en dessous de la moyenne nationale. Concernant les PAR, la perspective d'obtenir un personnel en ingénierie logicielle permettrait d'améliorer la valorisation et la diffusion des outils numériques emblématiques de l'unité.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

Le comité recommande à l'unité de mettre en place des actions proactives pour développer de nouvelles collaborations à l'échelle locale (Université Paris-Saclay), nationale (par exemple par des réponses aux appels à projets de l'ANR) et européenne.

Les jeunes MCF recrutés devraient être plus fortement encouragés à déposer des propositions en réponse aux appels à projets JCJC de l'ANR.

Comme cela avait déjà été recommandé par le comité précédent, la direction de l'unité est incitée à mettre en place un véritable conseil scientifique, incluant des membres extérieurs (par exemple issus de l'environnement Paris-Saclay), et plus généralement des outils de pilotage, pour identifier les thématiques porteuses qui permettront de mieux valoriser ses compétences et d'améliorer sa visibilité.

Une réflexion devra être menée pour renforcer le potentiel RH de l'unité en matière d'activités de recherche.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

L'unité peut augmenter sa visibilité locale en s'impliquant plus dans les comités de pilotage des divers instruments et instances de l'Université Paris-Saclay.

La visibilité nationale peut être améliorée en participant à des GdR (MécaBio Santé, I-GAIA), à des PEPR (Ville durable) et en s'impliquant plus dans les sociétés savantes (Association Française de Mécanique, Société Française de Thermiques) et leurs groupes de travail.

L'unité devrait encourager ses enseignants-chercheurs à plus de mobilité internationale (sortante) et à une participation plus active à des congrès internationaux.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'unité est encouragée à poursuivre la bonne dynamique de publication observée au cours de cette période, qui peut néanmoins encore être améliorée en volume tout en maintenant la bonne qualité actuelle. Il faudrait en particulier travailler à un meilleur équilibre entre les axes.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Les compétences et le savoir-faire de l'unité sont à mobiliser pour accroître et diversifier les partenariats industriels, ce qui lui permettrait de renforcer sa position dans ses domaines d'excellence (mécanique non-linéaire, méthodes inverses), en priorité au niveau national, mais aussi au niveau européen et international. L'unité est encouragée à poursuivre le développement de la thématique sport-santé, qui semble porteuse dans l'environnement local et national.

ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

Équipe 1 : Modélisation en Dynamique des Structures (MDS)

Nom du responsable : M. Boumediene Nedjar

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'axe MDS sont articulées autour de la modélisation numérique, linéaire ou non-linéaire, en statique ou dynamique, des solides et des structures. Ces activités sont réparties en deux thématiques :

1. Mécanique des matériaux et des structures : biomécanique, adhésion et mécanique des interfaces, matériaux hétérogènes, mécanique linéaire de la rupture ;
2. Dynamique linéaire et non-linéaire : algorithmes rapides, dynamique des dirigeables, dynamique vibratoire.

S'y ajoutent deux projets transversaux : le premier, avec l'axe THE, porte sur la simulation du comportement thermique du corps humain ; le second, avec l'axe CARE, concerne la modélisation de la dynamique vibratoire avec interactions fluide-structures. L'axe MDS interagit également avec l'axe CARE au travers de la plateforme expérimentale de dynamique des structures.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Il est important que l'ensemble des membres de l'axe publient leurs travaux de recherche. Des publications avec des membres des autres axes sur des thèmes de recherche transverses permettraient de valoriser les compétences de l'axe. »

La première recommandation a été prise en compte. Tous les membres de l'axe sont maintenant associés au moins à une publication de type ACL, mais la production reste hétérogène. Il n'y a eu aucune publication commune avec les autres axes au cours de cette période.

« Il est stratégique que l'axe participe au Master Mécanique de Paris-Saclay afin d'accéder à un vivier d'étudiants de qualité et d'augmenter son nombre de doctorants. »

Les EC du LMEE interviennent dans différents parcours du Master Mécanique de Paris-Saclay : M1 Ingénierie des Systèmes Mécaniques (ISM), M2 Ingénierie de la Conception et de la Modélisation en Mécaniques (IC2M), entièrement dispensés à Évry, et M2 Mathématiques et Mécanique Fondamentale (MMF), partagé avec UVSQ. Malgré ces participations, un seul doctorant issu du master IC2M a été recruté par l'axe. Le recrutement des doctorants et l'obtention de financements ont reposé assez largement sur des collaborations internationales (Chine, Tunisie).

« Il est important que l'axe se concentre sur les thèmes mis en avant dans son projet à cinq ans et ne se disperse pas en saisissant des opportunités éloignées de ses compétences bien reconnues dans le domaine de la simulation en mécanique non-linéaire. Son rapprochement avec les deux autres axes de l'unité permettrait d'aborder les problèmes complexes multiphysiques et d'élargir considérablement les domaines d'application et la reconnaissance globale de l'unité. »

Concernant la première partie de la recommandation, l'axe a continué à développer ses thématiques en mécanique non-linéaire des solides (contact, biomécanique, piézoélectricité).

Concernant la seconde partie de la recommandation, l'axe MDS a ouvert une nouvelle thématique en thermique, dans le cadre d'une collaboration avec l'axe THE sur un projet transversal visant à simuler le comportement thermique du corps humain lors de traitements par cryothérapie. Une thèse est par ailleurs en cours avec l'axe CARE, sur la thématique de conversion de l'énergie vibratoire. Un des membres de l'axe participe également à l'encadrement d'une thèse sur l'IA pour l'évaluation du risque sismique, en collaboration avec l'axe CARE.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maitres de conférences et assimilés	5 (dont 1 HDR)
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	3
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	12

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'axe MDS développe une activité scientifique de très bon niveau, se traduisant par une très bonne dynamique de publication (cependant très hétérogène entre les différents membres de l'axe), des thèses de très bonne qualité, et de nombreuses collaborations internationales. Les thématiques scientifiques abordées sont porteuses, et l'axe développe des méthodes numériques originales, qui manquent cependant de visibilité et de diffusion, en particulier vers des partenaires industriels. L'évolution du contexte international, compliquant les échanges scientifiques avec la Chine, combinée à l'évolution de la composition de l'axe, ouvre une période de transition délicate pour l'axe. L'axe est peu impliqué dans des projets collaboratifs académiques et avec des partenaires industriels.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'axe MDS est celui qui compte le plus d'EC permanents, dont quatre PR et un MCF HDR, offrant une force d'encadrement et d'animation significative. Il bénéficie d'un réseau international (Chine, Tunisie...) lui permettant de recruter des doctorants, parfois associés à des financements (bourses CSC). Les thématiques de recherche sont bien identifiées et porteuses, conduisant à des thèses de très bonne qualité.

La production scientifique est de très bon niveau avec environ 2,7 ACL/ETP/an, pour la plupart dans des journaux de référence pour la communauté (Comput. Methods Appl. Mech. Eng., Int. J. Solids Struct.). Le comité note une amélioration marquée du volume de la production scientifique avec 53 ACL au cours de la période évaluée contre 30 ACL lors de la période précédente.

Durant la période, l'axe MDS a confirmé son expertise dans le domaine de la mécanique numérique non-régulière, avec en particulier le développement d'un modèle de contact adhésif réversible dans une formulation à bipotentiel. Ces développements permettent notamment la simulation de phénomènes de contact adhésif entre matériaux très mous, par exemple lors d'essais d'indentation sur la peau (J. Mech. Behav. Biomed. Mater., 2023). Un modèle combinant élasticité à gradient et une formulation éléments finis de plaque de Mindlin non conforme ont permis de simuler les effets de taille dans les microsystèmes piézoélectriques (Mech. Mater. 2022). Dans le cadre du contrôle actif des vibrations, cette approche offre un cadre robuste pour la modulation des propriétés vibroacoustiques de ces microsystèmes piézoélectriques.

Les membres de l'axe MDS sont actifs dans la communauté académique, par exemple au travers de leurs activités éditoriales (comités éditoriaux des journaux Appl. Math. Mech., et Int. J. Comput. Methods, reviewing de 30 ACL), ou de leur participation à des jurys (12 thèses, 2 HDR). L'axe entretient des collaborations internationales, en particulier avec la Chine. Il est notamment reconnu (au niveau national) pour le développement de la plateforme logicielle Finite Element Research (FER), dans laquelle sont implantées des méthodes numériques originales, en particulier pour la mécanique non-régulière par les approches à bipotentiel. L'arrivée d'un MCF HDR venant d'une autre unité de l'UEVE, et le recrutement d'un professeur venant de l'extérieur au cours de la période montrent l'attractivité de l'axe.

La thématique sur les dirigeables gros porteurs (dynamique du dirigeable, systèmes de levage) s'inscrit bien dans les problématiques de la transition énergétique (décarbonation du transport). En matière de diffusion auprès de la société, la participation au projet OuCliPo (Ouvroir de Climat Potentiel, sur les liens entre mythes, environnement et techniques) ouvre des pistes intéressantes pour la communication et la médiation scientifiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Une partie significative des activités de l'axe repose sur un PR, dont le départ à la retraite est proche (avec un projet d'éméritat, néanmoins).

L'arrivée de deux nouveaux PR, par recrutement et promotion, ouvre des perspectives de renforcement des activités (nombre de doctorants, projets collaboratifs), mais les prochaines années seront une période de transition critique pour l'axe avec le changement de responsable et la nécessité de trouver de nouvelles sources de financement.

La production scientifique, notamment les publications de type ACL, est très hétérogène (de 1 à 34) entre les différents membres de l'axe.

L'axe est peu impliqué dans des projets collaboratifs, que ce soit à l'échelle régionale ou nationale, ce qui nuit à sa visibilité. On ne note aucune participation à un projet financé par l'ANR ou par l'Europe au cours de la période.

Les financements de thèses (financement CSC, un contrat doctoral) et les sujets de recherche de l'axe sont principalement de type académique. Les ressources contractuelles sont faibles (environ 50 k€) et les financements doctoraux n'incluent pas une part de fonctionnement, limitant la mobilité des membres de l'axe (deux conférences à l'étranger listées au cours de la période).

Par ailleurs, les ressources associées aux collaborations avec la Chine risquent de se voir réduites en raison du contexte international.

L'axe a eu très peu de projets (3 contrats de recherche ou prestation) avec des partenaires industriels, malgré le potentiel offert par des outils numériques originaux.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire de l'axe est peu développée. Les quelques indications données indiquent une continuité avec les travaux en cours, mais cette trajectoire un peu floue constitue un risque important pour l'axe.

L'investissement dans des domaines applicatifs liés à l'industrie (décarbonation du transport, contrôle non destructif) ou à la santé (biomécanique, thermique du corps humain) est pertinent. L'axe mentionne les approches d'apprentissage automatique pour la modélisation (directe et inverse), mais de façon trop vague à ce stade.

La volonté de s'inscrire dans l'écosystème de Paris-Saclay en participant plus à ses appels à projet, et de répondre à plus d'appels à projet nationaux est positif.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'axe MDS de développer son implication dans l'Université Paris-Saclay, que ce soit au travers des réponses aux appels à projets ou des participations aux divers instruments et instances de l'établissement.

Le comité recommande à l'axe de s'investir plus dans la réponse aux appels à projets nationaux et internationaux.

L'ouverture des outils numériques développés par l'axe, dans une démarche de science ouverte, permettrait d'augmenter sa visibilité, et éventuellement de construire de nouvelles collaborations.

Les aspects applicatifs des méthodes numériques originales proposées par l'axe mériteraient d'être plus développés, ce à quoi l'ouverture des codes pourrait aider.

Il est nécessaire d'entamer une réflexion plus approfondie sur la trajectoire pour les prochaines années, qui correspondront à une phase de transition pour l'axe.

Équipe 2 : Contrôle, Analyse des données, Risque et Environnement (CARE)

Nom du responsable : M. Amer Chpoun

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'axe CARE réunit des compétences dans les domaines de la mécanique des fluides, de l'analyse modale et des méthodes inverses pour mener des activités de recherche en rapport avec le Contrôle, l'Analyse de données, la surveillance des Risques et l'Environnement. Il est à noter que la constitution de l'axe autour de la thématique principale de l'environnement est liée à l'historique de l'unité. La proximité des thématiques pédagogiques des membres de l'axe a aussi joué un rôle dans sa constitution. Aujourd'hui, l'axe possède, en particulier, une expertise reconnue dans les thématiques suivantes :

1. Le contrôle et l'optimisation des écoulements dans les tuyères propulsives supersoniques ;
2. La mécanique des fluides numérique (CFD) appliquée à la dispersion de polluants atmosphériques en milieu urbain ;
3. L'identification modale opérationnelle ;
4. L'étude de problèmes inverses d'estimation de termes sources.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

« L'axe doit naturellement poursuivre ses efforts de valorisation scientifique (publications et communications scientifiques) en faisant participer chacun de ses membres, dans le but d'atteindre une maturité suffisante lui permettant une meilleure visibilité à l'échelle nationale, voire internationale. »

La production scientifique a été maintenue à un bon niveau (1,45 ACL/ETP/an) en dépit de circonstances parfois défavorables (épisode de la Covid19). L'effort a porté particulièrement sur des publications dans des revues de premier plan (Int. J. Heat Fluid Flow, Exp. Fluids...). L'activité contractuelle a été poursuivie et renforcée par l'obtention de plusieurs contrats financés par la DGA ou l'ANR (2 projets, dont 1 comme porteur).

B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'axe

« Une réflexion doit être menée, en concertation avec l'ensemble des membres de l'axe et même au-delà, sur la mutualisation des moyens, le partage d'outils de modélisation et de simulation numérique - notamment pour le traitement des données numériques, la création de groupes de travail, l'animation scientifique intra et transversale à l'axe pour décloisonner les activités de recherche des sous-thèmes.

L'organisation, par exemple, de journées thématiques et la mise en place de projets fédérateurs multiphysiques sur les approches et modèles numériques transversaux (fluide-solide-thermique) sont des éléments à prendre en compte pour améliorer la vie de l'axe, en particulier et de l'unité de recherche, en général.

L'axe devrait également renforcer sa communication scientifique vers l'extérieur (à l'échelle nationale et internationale), via davantage de participations à des projets de recherche nationaux et à des congrès importants dans les domaines scientifiques abordés. »

Les recommandations ont été partiellement suivies.

Des activités transversales (interaxes et inter-unités) ont été engagées. Cela s'est traduit par un co-encadrement de thèse avec l'axe MDS (interaction fluide-structure) et trois co-encadrements de thèse avec l'unité IBISC.

Afin d'améliorer l'affichage et pour une meilleure représentativité/cohésion des activités menées au sein de l'axe, l'intitulé de l'axe a été changé de Mécanique des Fluides et Environnement (MFE) à Contrôle - Analyse de données - Risques - Environnement (CARE).

C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

« Le comité d'experts recommande à l'axe de bien identifier les problématiques scientifiques importantes à aborder dans les différents sous-thèmes pour le prochain contrat quinquennal que ce soit sur des sujets en rupture scientifique ou des travaux en continuité afin d'éviter les dispersions thématiques. Le choix d'orientation scientifique doit avant tout répondre à une stratégie scientifique globale, même s'il est permis de saisir par moment des opportunités liées à des projets finalisés ou des projets à risque. »

L'axe CARE a entamé un travail de cohésion (changement de nom de l'axe), mais les thématiques développées au sein de l'axe sont encore nombreuses. Des actions restent à apporter sur ce point.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	7 (dont 3 HDR)
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	8
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	6
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité scientifique de l'axe est d'un très bon niveau. Les recherches s'inscrivent autour d'actions partenariales et interdisciplinaires fructueuses (publications, brevets, succès dans les appels à projets) avec des partenariats historiques et reconnus (ICARE). Les collaborations industrielles sont néanmoins centrées sur un partenaire quasi unique (DGA) ce qui est faible. Les thèses soutenues sont de bonne qualité. Un effort de cohésion de l'axe a été entamé au cours de la période, ce que le comité salue. Les enseignants-chercheurs de l'axe CARE exercent des charges administratives et/ou pédagogiques importantes qui affaiblissent le potentiel de recherche de cet axe.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les activités de recherche développées au sein de l'axe CARE sont abordées au moyen d'approches théoriques, expérimentales et numériques, ce qui constitue une force.

L'activité de recherche partenariale et interdisciplinaire est avérée avec des partenaires (DGA, IRBA, HEUDIASYC, PSYCLE, LS2N, IBISC...) de longue date et reconnus.

La production scientifique est de très bon niveau (1,45 ACL/ETP/an) avec 29 articles (ACL) majoritairement publiés dans les meilleures revues de la discipline (Int. J. Heat Fluid Flow, Exp. Fluids, ...) auxquels il faut ajouter 24 conférences, dont dix-neuf internationales.

Plusieurs avancées scientifiques ont été réalisées par les membres de l'axe CARE au cours de la période. Un des points forts de l'axe est le développement de méthodes numériques pour modéliser la dispersion atmosphérique de polluants. Les membres de l'axe ont proposé une méthodologie efficace pour simuler la dispersion de polluants en milieu urbain, en présence de vents faibles et d'atmosphère stable (Atmos. Environ., 2024). Ils ont aussi proposé un algorithme d'identification de source de polluants à partir de mesures de concentration (Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 2019). L'axe CARE a également contribué à améliorer la compréhension des écoulements dans les tuyères supersoniques à double galbe au travers d'approche numérique ou expérimentale (Int. J. Heat. Fluid. Flow. 2021).

Au cours de la période, l'axe s'est renforcé (+1 MCF). Il a diversifié ses sources de financement et a bénéficié d'un volume financier substantiel (650 k€ de ressources propres) pour mener ses recherches. Il a développé une activité partenariale (DGA, ICARE) et a également obtenu deux projets financés par l'ANR. Ses activités de recherche ont été également soutenues par les dispositifs de l'Université Paris-Saclay (SATT, Labex LaSIPS, OI-PSIA2) et de l'UEVE (Commission d'Investissement pour la Recherche) à hauteur de 260 k€.

Les thématiques de recherche développées sont en bonne adéquation avec les préoccupations actuelles (enjeux environnementaux, gestion et maîtrise du stress...). Ceci renforce l'attractivité de l'axe au niveau national (coordination du projet MASTERS financés par l'ANR) et international (organisation de la conférence IPTA, International Conference on Image Processing Theory, Tools & Applications, en 2020 et 2023). De plus, un membre de l'axe est membre du comité technique « aérodynamique » de la 3AF (Association Aéronautique et Astronautique de France).

L'axe CARE mène des recherches pluridisciplinaires académiques et appliquées en lien avec le monde socioéconomique ou en phase avec les préoccupations environnementales. Le comité note en particulier le projet MASTERS sur la maîtrise du stress, financé par l'ANR mêlant médecine, sciences humaines et sociales, sciences et technologies, ou encore les travaux de l'axe sur la dispersion de polluants dans le cadre du projet LoWind financé par la DGA.

Le comité souligne l'extension d'un brevet aux États-Unis et au Japon dans le domaine de la propulsion spatiale portant sur le contrôle de la transition de régimes d'écoulement à basse altitude et haute altitude en vue d'accroître les performances propulsives des tuyères à double galbe. La création d'une startup par un doctorant partagé avec ICARE est envisagée pour valoriser ce brevet.

Points faibles et risques liés au contexte

L'axe CARE est actuellement constitué de huit EC auxquels s'ajoute un chercheur bénévole retraité de la DGA. Si ce volume a augmenté au cours de la période, la pyramide des âges n'en demeure pas moins inquiétante avec le départ lors de la prochaine période des deux EC (un PR et un MCF) portant la thématique « contrôle et optimisation des écoulements dans les tuyères propulsives supersoniques ». De plus, la présence d'un seul PR dans l'axe pour sept MCF conduit à un ratio PR/MCF très bas. Le recrutement récent d'un PR (09/2024) rééquilibre légèrement ce ratio.

Le caractère pluridisciplinaire de l'activité de l'axe constitue une force, mais également une faiblesse, car cela peut conduire à de la dispersion thématique et à une mauvaise lisibilité. Le nombre de thématiques (4) au regard du nombre d'enseignants-chercheurs de l'axe (8) demeure important et pourrait nuire à la lisibilité de l'axe et à son développement.

Le nombre de participations à des conférences a chuté par rapport à la précédente période (-50 % soit -25 par rapport à 2013-2018). De plus, même si la production d'ACL reste d'un très bon niveau (1,45 ACL/ETP/an), elle est en baisse (15 ACL de moins que durant la période précédente) alors que l'effectif de l'axe a augmenté.

L'activité contractuelle de l'axe, hors financements institutionnels (UEVE, Paris-Saclay...) est centrée sur un unique partenaire (DGA) ce qui présente un risque en matière d'obtention de moyen pour favoriser le ressourcement de l'axe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'axe CARE envisage de continuer à renforcer sa cohésion en développant davantage les thématiques transversales, notamment les méthodes inverses et en amplifiant ses collaborations avec l'unité IBISC. Bien que cette trajectoire s'inscrive dans la continuité des activités menées par l'axe CARE, ces dernières demeurent encore trop dispersées (4 thématiques pour 8 enseignants-chercheurs) et cette stratégie risque d'accroître cette dispersion.

Par ailleurs, l'axe souhaite également renforcer le lien entre recherche et enseignement par des interventions ciblées dans les programmes de master de l'Université Paris-Saclay, particulièrement dans des cours consacrés à la qualité de l'air. C'est pertinent, mais cela risque d'accroître la charge pédagogique (et/ou administrative) déjà importante qui pèse sur les EC de l'axe.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'axe CARE doit rester vigilant sur son taux de publication qui a diminué au cours de la période. Une attention particulière doit être portée sur la production d'ACL, notamment avec le départ probable de deux permanents de l'axe portant une thématique durant la prochaine période.

Le comité recommande à l'axe CARE de profiter de sa pyramide des âges (deux départs à la retraite à venir) pour bien définir ses besoins en matière de postes (PR vs. MCF) et d'orientations thématiques (cohésion vs dispersion). Cette réflexion devra s'appuyer sur une stratégie globale de l'axe à moyen et long terme qui s'inscrira en cohérence avec celle de l'unité. Le comité rappelle que le risque de dispersion thématique lié au caractère pluridisciplinaire des activités de recherche de l'axe devra être maîtrisé.

Pour gagner en visibilité/reconnaissance de ses activités au niveau local, l'axe CARE devrait se positionner au sein d'organes de pilotage (conseils centraux, comités de pilotage de programme...) de son écosystème (Université Paris Saclay, UEVE et ses composantes).

Le comité encourage l'axe à diversifier ses partenaires financeurs et continuer la démarche de diversification des partenaires académiques et industriels afin de gagner en visibilité nationale/internationale et de pouvoir répondre à des projets de plus d'envergure (Europe, PEPR...).

Équipe 3 : Thermique et Énergétique (THE)

Nom du responsable : M. Olivier Quémener

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'axe THE sont centrées sur la simulation numérique de systèmes thermiques et principalement sur le développement de modèles réduits de type modal qui présentent un intérêt majeur pour d'une part simuler des problèmes industriels complexes ou bien résoudre des problèmes d'identification par méthode inverse. L'ensemble des développements est réalisé autour de l'outil numérique SAMBA.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

- « ... La valorisation des travaux dans des revues internationales à comité de lecture est, quant à elle, à redynamiser très fortement... »

Au cours de la période, l'axe a redynamisé son niveau de publication avec quinze ACL (contre 4 durant la période précédente) tout en continuant à participer régulièrement à des congrès nationaux et internationaux ciblés.

- «... Toute proposition d'initiative dans ce sens (séminaires, journées des doctorants...) sera un plus dans cette redynamisation de la vie scientifique de l'unité. »

Différentes actions ont été mises en place pour éviter l'isolement de l'axe et redynamiser la vie scientifique de l'unité : réunions régulières à l'échelle de l'unité ; journée des doctorants ; journée du labo ; partage d'espace et de moyens.

- « ... le développement de travaux communs avec les deux autres axes du LMEE et la participation active au groupe METTI de la SFT. Les collaborations internationales devront trouver un cadre pour les rendre concrètes... »

L'axe a rejoint le comité scientifique de METTI et a pris en charge l'organisation de l'école METTI (2023), ce qui a permis de nouer de nouveaux contacts (IRDL, CEA Ripault). Au niveau international, des travaux sur la thermique du corps humain ont été engagés en collaboration avec l'Inst. of Sports Science and Innov. en Lituanie. Des efforts ont été réalisés concernant la réalisation de travaux interaxes au sein de l'unité (thermique du corps humain avec l'axe MDS, projet RECREER (REconstruction de l'activité neuro-Cérébrale à partir de signaux ElectroEncéphalogramme Renormalisés) avec les axes MDS et CARE).

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maitres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1 (PREM)
Personnels non permanents d'appui à la recherche	0
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	7

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité scientifique de l'axe est d'un très bon niveau et lui confère une bonne visibilité nationale. Les orientations scientifiques prises sont cohérentes et pertinentes. L'axe apparaît bien structuré, attractif, et sa dynamique est forte. Il est impliqué dans la vie scientifique de l'unité. Les thèses soutenues sont de très bonne qualité, mais leur nombre est modeste. Les recherches sont réalisées dans le cadre de collaborations nationales, et sont soutenues par l'industrie (dispositifs Cifre). Les collaborations internationales sont en retrait.

Points forts et possibilités liées au contexte

Au cours de la période, l'axe a fait un effort important pour accroître le nombre de publications dans des revues à comité de lecture (évolution de 4 à 15 ACL, soit 1 ACL/ETP/an). Les revues à comité de lecture ciblées (Int. J. of Heat and Mass Transfer, Int. J. of Thermal Sciences...) sont d'un très bon niveau international. Cet effort a été réalisé tout en maintenant un bon niveau de publication dans des conférences nationales et internationales (5th International Workshop on Reduced Basis, POD and PGD Model Reduction Techniques, 2019 ; 16th International Heat Transfer Conference, 2018 ...) et ceci malgré les responsabilités administratives lourdes (chef de département d'IUT MT2E, direction de l'unité...).

Le développement de modèles réduits de type modal pour simuler des problèmes thermiques industriels complexes ou bien résoudre des problèmes d'identification par méthode inverse est l'un des points forts de l'axe. Parmi les réalisations au cours de la période, le comité cite : le développement d'une méthode de sous-structuration modale de type Dirichlet-Steklov qui permet de dissocier deux familles de modes (domaine et frontière) pour des maillages non-conformes, appliquée au cas de composants électroniques (Int. J. Therm. Sci. 2020) ; des développements pour traiter des problèmes thermiques couplés (méthode AROMM Amalgam Reduced Order Modal Model) en tenant compte des transferts radiatifs (Int. J. Heat Mass Transf. 2021) ; l'identification des propriétés thermiques de matériaux isolants par une méthode inverse utilisant un modèle réduit de type modal (Int. J. of Heat and Mass Transfer 2021), 250 fois plus rapide qu'une méthode par éléments finis.

Les activités de l'axe sont réalisées dans le cadre de différentes collaborations académiques ponctuelles (LMT de l'ENS Paris Saclay, LTI de l'université de Picardie, Institut Pprime), mais aussi bien établies avec l'IRDRL ou naissantes avec l'IRBA ou l'unité Biomaps. Ces dernières collaborations ont été mises en œuvre dans le cadre de la nouvelle thématique de l'axe portant sur la thermique du corps humain en interaction avec l'Inst. of Sports Science and Innov. en Lituanie.

Le comité note que l'axe a porté l'organisation d'une école thématique METTI dans le cadre de la SFT, et participe régulièrement aux congrès de cette société savante, ce qui souligne le rayonnement national des activités de l'axe. Le prix obtenu par un doctorant lors d'un de ces congrès témoigne aussi de la reconnaissance et de la qualité scientifique du travail effectué. Un jeune MCF a rejoint l'axe en 2021, ce qui souligne l'attractivité de l'axe.

L'axe THE a maintenu une activité contractuelle significative avec six contrats, dont deux dispositifs Cifre essentiellement avec Thales et ArcelorMittal, ce qui reflète le lien fort entre les activités de recherche de l'axe et le monde socioéconomique.

L'implication des permanents de l'axe THE dans la formation par la recherche demeure significative (2 thèses soutenues, une en cours), mais en légère baisse par rapport à la précédente période (3 thèses soutenues). L'obtention de prix par des doctorants de l'axe (prix Biot-Fourier de la SFT 2018, thèse du mois par les techniques de l'ingénieur 2021) atteste de la qualité des travaux menés dans les thèses.

Étant donné la taille réduite de l'axe et sa localisation sur le lieu des enseignements (département MT2E de l'IUT de Brétigny-sur-Orge), les échanges entre les différents membres sont nombreux et réguliers. Ceci facilite une prise de décision collégiale. L'axe a par ailleurs participé à différentes actions fédératives mises en place à l'échelle de l'unité pour redynamiser la vie scientifique : réunions régulières à l'échelle de l'unité ; journée des doctorants ; journée de l'unité ; partage d'espaces et de moyens.

Points faibles et risques liés au contexte

L'axe est actuellement hébergé sur le site de Brétigny-sur-Orge, dont l'avenir demeure incertain.

L'axe ne compte qu'un seul PR pour quatre MCF (sans HDR).

À ce jour, les ressources de l'axe reposent essentiellement sur un partenaire industriel (Thales). Ceci freine sans aucun doute les développements (plus amonts) des activités au sein de l'axe.

L'éloignement du LMEE par rapport à l'Université Paris-Saclay est un point faible important (recrutement de stagiaires de master, doctorants de l'ED...), malgré les efforts fournis par les membres de l'axe pour y dispenser des cours.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet de l'axe est d'asseoir et de poursuivre les développements réalisés au cours de ces dernières années. L'évolution des applications envisagée est déjà engagée et concerne la thermique du corps humain, et la modélisation des îlots de chaleur urbains. Ces perspectives sont pertinentes et l'environnement (collaborations académiques et industrielles...) pour les mener à bien est favorable. Cette évolution sera sans doute une bonne occasion pour l'axe de participer ou de porter des projets nationaux (type ANR, Ademe ou internationaux...), et ainsi d'avoir d'autres sources de ressourcement permettant de recruter des doctorants et de soutenir des développements plus en amonts.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'effort important réalisé par l'axe en matière de publications dans des revues à comité de lecture doit être poursuivi.

Le comité encourage l'axe à élargir à court terme ses partenariats académiques et industriels, ainsi que ses sources de financement notamment en participant ou en portant des projets d'envergure (ANR, Ademe, FUI, Horizon Europe...).

Les activités menées sur la thermique du corps humain ou bien sur la modélisation des îlots de chaleur urbains pourraient être l'occasion de mettre en place de tels projets et, ainsi d'accroître le nombre de doctorants qui demeure très modeste aujourd'hui au regard du nombre de permanents.

Il est important que l'axe puisse bénéficier de contrats de thèse de l'école doctorale, notamment pour lancer les activités de recherches des jeunes MCF. Le comité invite l'axe à attirer des candidats de qualité pour cela.

Participer aux organes de décisions/pilotage (conseils...) de la recherche de l'université Paris-Saclay pourrait être un plus pour accroître la visibilité des activités de l'axe.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 19 novembre 2024 à 09 h 00

Fin : 20 novembre 2024 à 17 h 00

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Mardi 19 novembre 2024

11 h 50 Accueil du comité CS, Comité, DU

12 h 00 - 13 h 30 Réunion à huis clos des membres du comité et repas CS, Comité

13 h 30 - 13 h 40 Introduction de la visite par le conseiller scientifique (présentation de l'évaluation, du comité)
Paul-Antoine Santoni CS, Comité, représentants des tutelles

13 h 40 - 14 h 30 Présentation du bilan par le directeur de l'unité et discussion (25 min présentation + 25 min discussion) Jean-Michel Cros

Bilan et perspectives des équipes CS, Comité, unité, représentants des tutelles

14 h 30 - 15 h 00 Exposé scientifique de l'équipe - Modélisation en Dynamique des Structures (15 min présentation + 15 min discussion) - Boumediene Nedjar

15 h 00 - 15 h 30 Pause-café

15 h 30 - 16 h 00 Exposé scientifique de l'équipe - Thermique et Énergétique (15 min présentation + 15 min discussion) - Frédéric Joly

16 h 00 - 16 h 30 Exposé scientifique de l'équipe Contrôle, Analyse des données, Risques, Environnement (15 min présentation + 15 min discussion) - Amer Chpoun

16 h 30 - 17 h 30 Créneau SCIENCE à l'initiative de l'unité : visite de la plateforme « dynamique des structures » et trois démonstrations logiciels/portfolio

17 h 30 - 17 h 50 Courte-Pause (prévoir boissons) CS, Comité

17 h 50 - 19 h 00 Premier débriefing à huis clos du comité CS, Comité

19 h 00 Départ pour l'hôtel puis le restaurant (dîner du comité) CS, Comité

Mercredi 20 novembre 2024

08 h 20 Accueil du comité CS, Comité, DU

08 h 30 - 09 h 10 Présentation par la direction actuelle et future de la trajectoire de l'unité incluant les perspectives Jean-Michel Cros CS, Comité, unité, représentants des tutelles

09 h 10 - 09 h 30 Rencontre avec les personnels d'appui à la recherche : personnels administratifs et techniques
CS, Comité, PAR, sans le DU et les responsables d'équipes

09 h 30 - 10 h 00 Rencontre avec les doctorants et post-doctorants CS, Comité, Doc et Post-Doc, sans le DU et les responsables d'équipes

10 h 00 - 11 h 00 Pause-café et session poster CS, Comité, unité, représentants des tutelles

11 h 00 - 11 h 30 Rencontre avec les personnels Chercheurs et Enseignant-Chercheurs CS, Comité, EC/C, sans le DU et les responsables d'équipes

11 h 30 - 12 h 00 Rencontre avec les représentants de la tutelle CS, Comité, tutelles

12 h 00 - 12 h 30 Réunion du comité avec la direction de l'unité CS, Comité, DU, Porteur du projet

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**DIRECTION DE LA RECHERCHE,
ET DES RELATIONS INTERNATIONALES**

**1^{re} Vice-présidente de la Recherche
Christelle MONVILLE**

Evry, le 19 février 2025

**2nd Vice-président de la Recherche
Guillaume TIFFON**

Affaire suivie par : Carole TROUSSIER

Téléphone : 0169477171/ 0782671707
Courriel : carole.troussier@univ-evry.fr

A l'attention de Mr. Laurent STAINIER
Président du comité d'experts HCERES

**Rapport d'évaluation HCERES
DER-PUR260024956 - LMEE
Laboratoire de Mécanique et d'Energétique d'Evry**

Monsieur,

Nous avons pris connaissance avec le plus grand intérêt du rapport détaillé du comité d'experts HCERES concernant l'activité du Laboratoire LMEE (Laboratoire de Mécanique et d'Energétique d'Evry) dans le cadre de la campagne d'évaluation 2019-2023 vague E.

Nous tenons à remercier le HCERES et tout particulièrement le comité de visite, qui a eu une écoute bienveillante lors de sa visite, ainsi que pour l'efficacité et la qualité du travail d'analyse conduit.

Nous avons noté avec satisfaction les différentes remarques positives énoncées par le comité concernant la qualité des publications du laboratoire, ses bonnes relations avec le monde socio-économique et l'amélioration de la qualité de vie scientifique.

L'objectif du laboratoire pour le prochain mandat est de poursuivre ces dynamiques qui demeurent au cœur de nos priorités, tout en prenant en compte les points d'amélioration soulignés par le comité.

En tant que tutelle, nous serons particulièrement vigilants à accompagner le laboratoire dans l'amélioration de son positionnement dans l'environnement de Paris-Saclay et dans une stratégie scientifique commune à l'unité, qui permettent l'amélioration des publications et le lien avec le monde socio-économique pour l'ensemble des équipes.

En vous priant d'agréer, Monsieur, l'assurance de nos salutations les plus distinguées

1^{ère} Vice-présidente de la Recherche

2nd Vice-président de la Recherche



Christelle MONVILLE



Guillaume TIFFON

UNIVERSITÉ D'ÉVRY

Boulevard François Mitterrand
91025 Evry Cedex
01 69 47 70 00

www.univ-evry.fr



Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

