

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

IUSTI - Institut universitaire des systèmes
thermiques industriels

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Aix-Marseille université - AMU

Centre national de la recherche scientifique -
CNRS

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C



Au nom du comité d'experts¹ :

Philippe Gondret, Président du comité

Pour le Hcéres² :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

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

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

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. Philippe Gondret, université Paris-Saclay

M. Jean-Christophe Batsale, ENSAM Talence

M. Jérôme Bellettre, université de Nantes (représentant du CNU)

Mme Paola Cinnella, Sorbonne université

Experts :

M. Alexandre Labergue, université de Lorraine (représentant du CoNRS)

Mme Béatrice Patte-Rouland, université Rouen Normandie

M. Olivier Simonin, INP Toulouse

Mme Laure Vignal, CNRS Saint-Martin d'Hères (personnel d'appui à la recherche)

REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Françoise Bataille

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels
- Acronyme : IUSTI
- Label et numéro : UMR 7343
- Nombre d'axes : 4 axes
- Composition de l'équipe de direction : M. Olivier Pouliquen, M. Pierre Dupont (adjoint)

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies
ST5 Sciences pour l'ingénieur

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Les recherches de l'unité s'inscrivent à la croisée de la mécanique, de l'énergétique et de la physique. Elles abordent les problèmes de transferts et d'écoulements complexes, présentant par exemple des changements de phase, ou un caractère polyphasique ou compressible. Ces recherches couvrent un spectre large allant de questionnements fondamentaux aux applications dans les domaines du transport, de l'énergie, de l'habitat, des procédés industriels, de la santé et de l'environnement.

La recherche menée à l'IUSTI, aussi bien expérimentales que numérique et théorique, s'est organisée ces dix dernières années autour de quatre axes scientifiques :

- L'axe Physique des Transferts (PT) est consacré à une meilleure compréhension des transferts thermiques et massiques dans les fluides simples et complexes ;
- L'axe Écoulements Compressibles Chocs et Interfaces (ECOCl) traite des écoulements compressibles monophasiques et multiphasiques, des ondes de chocs, de l'aérodynamique et de la microfluidique ;
- L'axe Combustion, Risques et Génie Civil (CRGC) mène des activités sur les feux et fumées, les écoulements à masse volumique variable et de particules, le comportement et la durabilité des ouvrages sous sollicitations extrêmes ainsi que le développement de bétons hautes performances intelligents ;
- L'axe Milieux Divisés et Fluides Complexes (MDFC) traite, d'une part, des propriétés optiques de diffusion et d'absorption des milieux divisés, d'autre part, des écoulements de fluides complexes tels que les milieux granulaires et cohésifs ou non et les suspensions de particules, mais traite aussi d'aspects bio-mécaniques.

Une opération trans-axes existe par ailleurs autour des écoulements dans les voies aériennes et de la mécanique des fluides du nez. Cette opération est appuyée par l'accueil pour leur recherche dans l'unité de trois professeurs d'université praticiens hospitaliers (PUPH) provenant de deux services d'Oto-Rhino-Laryngologie (ORL) adultes et enfants des hôpitaux de Marseille.

Ces cinq dernières années ont vu l'émergence et le développement de nouvelles thématiques, telles que le solaire thermique et l'optimisation de systèmes énergétiques ou encore le bio-mimétisme, qui s'appuient en partie sur l'arrivée dans l'unité de nouveaux chercheurs et enseignants-chercheurs. Les projets en lien avec le vivant et la bio-mécanique ont également pris de l'ampleur.

L'unité envisage en conséquence de se restructurer pour la prochaine période suivant trois axes scientifiques :

- Feux Énergie Thermique et Hydrodynamique (FETH) ;
- Écoulements Compressibles, Chocs et Interfaces (ECOCl) ;
- Solides et Fluides Complexes (SOFT) ;

complétés par deux axes thématiques transverses :

- Santé et Sport ;
- Génie Civil.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'Institut Universitaire des Systèmes Thermiques et Industriels (IUSTI) a vu le jour en 1985 à l'initiative de Jacques Pantaloni, issu du laboratoire Systèmes Énergétiques et Transferts Thermiques (SETT) au début des années 1980 lui-même issu du Laboratoire Dynamique et Thermophysique des Fluides (LDTF) créé au début des années 1970 par fusion du laboratoire de Thermodynamique des sels fondus et du laboratoire Dynamique des systèmes réactifs. Situé à l'origine à la faculté des sciences de St-Jérôme, l'IUSTI déménage en 1996 dans de nouveaux locaux sur la technopole de Château Gombert. En 2003, l'équipe supersonique, rattachée jusqu'à lors à l'IRPHE, rejoint l'IUSTI et déménage la soufflerie supersonique du site de Saint-Charles à Château Gombert en 2008. Peu après, une équipe de recherche attachée au Département de Mécanique de l'UFR Sciences et travaillant autour des risques est intégrée à l'IUSTI. Les contours de l'unité ont depuis assez peu changé.

L'IUSTI occupe une superficie totale d'environ 4 250 mètres carré répartie dans trois bâtiments situés sur le technopôle de Château Gombert : le bâtiment principal Fermi (2 700), une halle technologique (1 400) et quelques locaux dans le bâtiment Joliot Curie (150). La proximité de ces trois locaux réalise une unité de site, amplifiée par la proximité des autres unités de la fédération et de l'IMI (LMA, IRPHE, M2P2 partie numérique) à moins de 300 m. Le bâtiment Fermi est occupé en partie par l'IUSTI et en partie par les départements de Mécanique Énergétique et de Microélectronique et Télécommunications de Polytech Marseille, école d'ingénieurs universitaire membre du réseau national Polytech. Depuis 2008, l'unité s'est étendue sur le bâtiment Joliot Curie en lien avec le département de Mécanique de l'UFR Sciences. Ce bâtiment accueille également les départements Génie Civil de Polytech et de l'IUT. À la même période, l'unité a réceptionné la halle technologique qui accueille ses grandes installations telles que la soufflerie supersonique, le tube à souffle, la plateforme feux et la parabole solaire. C'est aussi dans cette halle que se développe désormais un espace projet « exploratorium » financé par l'IMI et permettant d'accueillir les élèves du site autour de projets pédagogiques en lien avec la recherche ou l'innovation.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Depuis une dizaine d'années, l'environnement de recherche de l'unité a fortement évolué, notamment par la création d'Aix Marseille Université (AMU) en 2012 et l'obtention conjointe d'un idex (Amidex) pérennisé en 2016. Plus récemment, la création des instituts d'établissement (AMU) en 2019 s'est concrétisée par le regroupement de l'unité avec les trois autres unités de mécanique du site (IRPHE, LMA, M2P2) en un Institut de Mécanique et d'Ingénierie (IMI). Cet institut constitue le pendant universitaire de la fédération CNRS Fabri de Peiresc regroupant les quatre mêmes unités. Mise en place il y a dix ans, la fédération anime la communauté de mécanique et énergétique, et coordonne les politiques des laboratoires en favorisant les interactions et les projets inter laboratoires. Cette structuration a fait suite au labex Mécanique Et Complexité (2010-2019). Des chercheurs de l'IUSTI émargent également à l'Institut des Sciences de la Fusion et de l'Instrumentation en Environnement Nucléaire (ISFIN), ainsi qu'à l'Institut de convergence CENTURI (*Turing Centre for Living Systems*) sur l'interface physique-milieux vivants. Ces Instituts permettent à l'unité de répondre à des appels d'offre tant pour des moyens humains (post-doctorants, doctorants, stagiaires) que matériel, et de forger des collaborations inter laboratoires.

L'IUSTI est rattaché à la composante Polytech Marseille, notamment en lien avec les deux départements Mécanique Énergétique et Génie Civil, dans lesquels de nombreux enseignants-chercheurs de l'IUSTI sont fortement impliqués. D'autres interactions existent avec deux autres composantes d'AMU, l'UFR Science (département de mécanique) et l'IUT (départements Hygiène et Sécurité, Génie des Procédés et Génie Civil), auxquels sont rattachés d'autres enseignants-chercheurs de l'IUSTI. L'unité est fortement impliquée dans le master de mécanique, deux de ses quatre spécialités étant gérées par des enseignants-chercheurs de l'IUSTI. Concernant la formation doctorale, l'IUSTI est rattaché à une seule école doctorale, l'ED 353 « Sciences pour l'ingénieur : mécanique, physique, micro et nano électronique ».

L'unité bénéficie du soutien de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) sous forme de contrats doctoraux (deux pendant la période) ou d'équipement par le CPER « CEMEA » (2015- 2021) qui a permis la jouvence et l'évolution de la soufflerie supersonique, la création d'une plateforme de caractérisation thermo-physique, ou encore l'acquisition d'un micro-tomographe mutualisé hébergé au LMA. L'unité a de fortes interactions avec d'autres établissements publics sur la région, notamment le CEA, l'IRSN et ITER sur Cadarache, ainsi que des contacts à l'INRAE (Aix-en-Provence), et émerge à deux pôles de compétitivité PACA (Cap Énergie et Mer Méditerranée). Enfin, la SATT Sud-Est est son interlocuteur pour les dépôts de déclaration d'inventions et de brevets.

Au niveau national, l'unité est rattachée au CNRS à l'Institut National des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS, section 10 Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation). De forts liens existent par ailleurs avec le CEA, la DGA (risques incendies, chocs, ondes, etc.), avec le CNES (écoulements supersoniques, combustion, changements de phase, transferts et mouillage en micro-gravité), ainsi qu'avec l'INRAE (biomécanique des plantes). L'unité est fortement impliquée dans deux GDR (Micro-pesanteur fondamentale et appliquée, Biophysique et biomécanique des plantes) et participe à de nombreux autres GDR.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

Personnels permanents en activité		
Professeurs et assimilés		17
Maîtres de conférences et assimilés		33

Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	7
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	16
Sous-total personnels permanents en activité	76
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	17
Personnels d'appui à la recherche non permanents	2
Post-doctorants	7
Doctorants	48
Sous-total personnels non permanents en activité	74
Total personnels	150

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2021. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
Aix-Marseille Université	50	0	4
CNRS	0	10	12
Total	50	10	16

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	2 150
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	623
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	4 694
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	2 657
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	1 509
Total en k€	11 633

AVIS GLOBAL

L'IUSTI est identifié comme un acteur important tant au niveau local que national et même international, sur un large spectre d'activités depuis des recherches très amont jusqu'à des travaux en lien direct avec des applications industrielles répondant à des défis sociétaux (spatial, énergie, bâtiment, santé). Les publications de l'unité se situent principalement dans les champs de l'ingénierie, de la mécanique, de la physique et de la thermodynamique, reflétant les domaines de recherche de l'unité, avec une présence affirmée de l'interdisciplinarité. Les journaux dans lesquels les articles sont publiés sont diversifiés, illustrant la variété des recherches menées dans l'unité. La qualité des publications de l'IUSTI est indéniable avec une majorité de publications dans des revues de premier rang. Les chercheurs participent régulièrement aux congrès les plus significatifs de leurs domaines et organisent également eux-mêmes des conférences qui font référence. Les

personnels de l'unité sont aussi très présents dans le domaine de la vulgarisation auprès du grand public, que ce soit par des actions du type Fête de la Science ou par des communications dans les médias.

L'IUSTI, de par son rattachement fort à Polytech Marseille mais aussi à l'IUT, a de beaux atouts pour une recherche en lien avec les besoins industriels et sociétaux, notamment par son ancrage dans le tissu régional, par exemple, avec le développement d'une activité transverse dans le domaine large du génie civil. Un atout indéniable de l'unité est la structuration simple du site marseillais avec une université unique (AMU) et un idex pérennisé (Amidex). La dynamique résultant de la fédération CNRS et du nouvel Institut de Mécanique et d'Ingénierie d'AMU rassemblant les quatre unités de mécanique dont l'IUSTI fait partie est réelle. L'effectif du laboratoire est resté stable en ce qui concerne les chercheurs et enseignants-chercheurs, avec plusieurs recrutements de jeunes qui renouvellent les thématiques de recherche. Concernant les services supports, la contraction du potentiel humain, déjà présente lors de la période précédente, s'est poursuivie et doit continuer d'être un point de vigilance. Un effort particulier a été conduit sur la labellisation de plateformes ou grandes installations au niveau local ou national. La mise en place d'un prélèvement sur recettes a permis de mener une politique d'investissement collectif qui manquait jusqu'à présent.

L'IUSTI est très dynamique dans ses réponses aux appels d'offres tant au niveau régional que national, et même international, et a rencontré de beaux succès sur les trois niveaux. Compte tenu des taux de succès qui restent faibles, l'obtention de ces financements sur projets reste fragile. En considérant le nombre non négligeable de contrats industriels, les ressources de l'unité sont heureusement variées. La présence des grands instruments organisés en plateformes devrait être un atout dans l'avenir à travers les collaborations tant académiques qu'industrielles de l'unité. L'animation scientifique de l'IUSTI, volontariste et dynamique, a permis de traverser la période difficile du confinement sanitaire liée à la crise Covid-19. La politique menée par l'unité en termes d'hygiène et sécurité a enfin été très soutenue durant la période et a permis d'acquérir des équipements de sécurité et de former les personnels aux risques spécifiques présents.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Six points principaux de recommandation ont été pris en compte par l'unité pour améliorer son positionnement.

Sur les liens à renforcer entre la formation et la recherche, l'IUSTI a activement participé à la mise en place de l'Institut de Mécanique et Ingénierie (IMI) qui regroupe les quatre unités de la fédération CNRS Fabri de Peiresc (IUSTI, IRPHE, M2P2, LMA), et certains de ses personnels émargent maintenant à l'Institut des Sciences de la Fusion et de l'Instrumentation en environnement Nucléaire (ISFIN) et à l'Institut Centuri sur la physique du vivant. Un exemple d'action concrète est la création en 2021 d'un exploratorium consacré au développement de projets innovation-recherche des formations auxquelles le laboratoire est associé (UFR Sciences, Polytech, doctorants, etc.). Trois projets *Innovative Training Network* (ITN) européens (1 en porteur, 2 en participant) ont par ailleurs été obtenus dans la période.

Sur la politique menée pour le recrutement de nouveaux enseignants-chercheurs, la réflexion des profils recherche adaptés aux besoins d'enseignement s'est construite par discussion au sein des axes et en comité de prospective et une attention particulière a été apportée à une publicité large de ces postes. Pour les recrutements CNRS, l'unité a opté pour l'accompagnement systématique des candidats intéressés pour développer un projet de recherche. Six MCF (3 Polytech, 3 IUT) et un CR CNRS ont été recrutés sur la période. À noter que chacun des quatre axes a bénéficié d'au moins un recrutement.

Sur la gestion des personnels PAR, un accompagnement des agents qui le souhaitent dans la rédaction de leur dossier a été mis en place. Un certain nombre de promotions ont été obtenues mais en ce qui concerne les agents de catégorie C, il n'y a eu qu'une seule promotion dans la période, avec le passage d'un agent CNRS en catégorie B. Concernant les départs en retraite (4 agents CNRS durant la période), deux renouvellements critiques au niveau du service administratif (RAD et gestionnaire) ont été obtenus.

Sur le faible taux de mutualisation des moyens au niveau de l'unité et de la fédération, une politique soutenue et récurrente d'investissement en moyens communs a été menée avec un total de 240 k€ (FabLab, salle chimie, clusters de calculs, sources laser). L'unité s'est également appuyée sur les grands appels régionaux et nationaux, notamment CPER, pour l'acquisition d'un micro-tomographe mutualisé sur le site.

Sur la capacité de l'unité à maintenir son activité contractuelle au plus haut niveau, on note que l'activité en lien avec les industriels est en progression et reprend un rythme soutenu, avec un montant qui reste cependant minoritaire par rapport aux projets académiques nationaux et internationaux.

Sur la qualité de vie au travail, la rénovation générale des systèmes chauffage/climatisation des bâtiments Fermi et Joliot Curie a été obtenue des tutelles, et la rénovation progressive des bureaux et salles d'expérience a été entreprise par l'unité.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les ressources de l'unité

Un atout indéniable de l'unité est la structuration simple du site avec une université unique (AMU) et un idex pérennisé (Amidex). La dynamique résultant de la fédération CNRS et du nouvel Institut de Mécanique et d'Ingénierie d'AMU rassemblant les quatre unités de mécanique dont l'IUSTI fait partie est réelle.

La mise en place d'un prélèvement sur recettes a permis de mener une politique d'investissement collectif qui manquait jusqu'à présent.

L'effectif du laboratoire est resté stable en ce qui concerne les chercheurs et enseignants-chercheurs, avec plusieurs recrutements de jeunes qui renouvellent positivement les thématiques de recherches. Concernant les services supports, la contraction du potentiel humain, déjà présente lors de la période précédente, s'est poursuivie et continue d'être un point de vigilance.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'IUSTI est identifié comme un acteur important tant au niveau local que national et même international, sur un large spectre d'activités depuis des recherches très amont jusqu'à des travaux en lien direct avec des applications industrielles répondant positivement à des défis sociétaux (spatial, énergie, bâtiment, santé).

Un effort particulier et bénéfique a été conduit sur la labellisation de plateformes ou grandes installations au niveau local ou national.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'animation scientifique de l'IUSTI, volontariste et dynamique, a permis de bien traverser la période difficile du confinement sanitaire liée à la crise Covid-19.

La politique menée par l'unité en termes d'hygiène et sécurité a été très soutenue et de qualité, permettant d'acquérir des équipements de sécurité et de former les personnels aux risques spécifiques présents.

1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

La structure de l'IUSTI est à trois niveaux : la direction, les services d'appui à la recherche mutualisés, et les axes de recherche. La direction encourage et organise la mutualisation des services supports et des moyens (investissements, commissions) aussi bien numériques qu'expérimentaux. Un prélèvement sur les contrats à hauteur de 5 % participe à cette mutualisation. De nombreux personnels enseignants-chercheurs, chercheurs et PAR participent à des missions d'intérêt collectif. Ainsi la Commission Expérimentale a permis de fédérer l'achat d'équipements pour les nouvelles infrastructures collectives (FabLab et salle chimie) et la Commission Calcul Scientifique de renforcer les moyens de calculs de l'unité. De plus l'unité dispose de trois plateformes technologiques couvrant un large spectre de thématiques.

L'effectif de l'unité est resté très stable avec 142 personnels en 2021 (143 en 2016) se répartissant en 59 chercheurs et enseignants-chercheurs, 15 PAR, 42 doctorants, 12 post-doctorants et 12 émérités.

Les ressources propres de l'unité ont augmenté dans la période, notamment par des succès significatifs aux appels à projets (AAP) nationaux (ANR) et internationaux (ERC, ITN). La part des ressources obtenues sur appels à projets à nationaux et internationaux est importante, respectivement de 39 % et 24 %. La part des ressources issues de contrats de recherche industriels a également significativement augmenté, passant de 4 % en 2015 à 13 %.

L'environnement de recherche simple et bien structuré de l'IUSTI est un point fort. La simplification du paysage universitaire marseillais, constitué depuis dix ans d'une université unique (AMU), y est pour beaucoup, avec la pérennisation de l'idex. La fédération CNRS et plus récemment l'Institut de Mécanique et d'Ingénierie (IMI) d'AMU regroupant les quatre unités de mécanique du site dont l'IUSTI sont également des gages forts de structuration, même si l'existence de cette double structure ne va pas dans le sens de la plus grande simplification.

Cela permet à l'unité de porter des projets ambitieux et fédérateurs allant dans le sens d'une mutualisation significative de gros équipements, comme l'acquisition d'un micro-tomographe (CPER CEMEA) hébergé au LMA. La labellisation par l'AMU de la plateforme Feux est à la fois une reconnaissance de la visibilité de l'unité et un atout pour le futur. L'adossement fort de l'IUSTI à Polytech est également un atout, ainsi que ses liens avec l'UFR Sciences et l'IUT, notamment dans le contexte de déploiement du Département Génie Civil et Construction Durable à l'IUT depuis 2021. La dynamique de réponse de l'unité à des appels à projets est très forte (4 à 10 ANR par an, 5 ERC pendant la période, 3 ITN, 2 Marie Curie et des nombreux dépôts Amidex, région et CPER) et régulièrement récompensée par des succès au niveau tant régional que national (16 projets soutenus par l'ANR) et même international (deux projets ITN et un projet soutenu par l'ERC notamment).

Points faibles et risques liés au contexte

L'effectif de l'IUSTI en personnel d'appui à la recherche a fortement diminué depuis la précédente évaluation (20 en 2016 pour 15 en 2022), avec une diminution de 4,5 à 3,5 Équivalent Temps Plein (ETP) pour le support administratif, de 10,5 à 7,5 ETP pour le support expérimental et de 3 à 2 ETP pour le support calcul scientifique, et il n'existe pas de soutien en informatique de proximité. L'unité a heureusement réussi à anticiper le renouvellement du service administratif et obtenu une NOEMI CNRS en support d'expérimentation (conception mécanique) pour un recrutement prochain (2023). La situation reste cependant très critique, notamment pour le soutien technique en expérimentation, compte tenu de la forte activité expérimentale de l'unité et des nouveaux départs en retraite prévus. De plus, il faut noter la faible proportion de PAR AMU (4 pour 11 CNRS) relativement au nombre d'enseignants-chercheurs AMU (53 pour 10 chercheurs CNRS). Seule la plateforme Feu dispose d'un personnel technique rattaché à 100 % (IR). Les deux autres plateformes bénéficient chacune d'un agent qui est également associé au service commun de support à l'expérimentation. Cette situation est encore susceptible de s'aggraver à la suite des départs à la retraite prévus pour les prochaines années de deux ingénieurs de recherche.

Le projet DOMi visant à créer deux plateformes mutualisées sur les quatre unités de mécanique (fédération CNRS et IMI AMU), une consacrée à la micro/macro fabrication et une autre aux diagnostics optiques, n'a malheureusement pas été retenue au niveau du CPER, ce qui pourra entraîner un fort ralentissement des capacités de mutualisation des quatre unités concernées dont l'IUSTI.

2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est bien intégrée dans l'environnement régional et national autour de ses thématiques, couvrant un large spectre autour de la mécanique, de l'énergétique et de la physique : la thermique, les écoulements grandes vitesses, les feux ou les milieux divisés, avec des recherches très amonts jusqu'à des travaux en liens directs avec les applications industrielles, utilisant une grande variété d'approches (expérimentales, numériques et théoriques).

L'interdisciplinarité a été encouragée et les projets en lien avec la mécanique du vivant sont de plus en plus nombreux (thermique du corps en lien avec le sport, physique des plantes, mécanique des os, Choc-Poration, bio-mimétisme, écoulements dans les cavités nasales, etc.), démarrant des collaborations avec les laboratoires de biologie et d'agronomie, et des services hospitaliers, avec notamment l'accueil de trois PUPH de services ORL de l'hôpital APHM (La Timone et Conception) comme chercheurs associés pendant la période.

Des actions ont été entreprises pour la labellisation des plateformes et grandes installations par l'AMU ou le CNRS. La plateforme Feu autour du caisson Diamant a été labellisée par l'AMU, et une plateforme de caractérisation thermo-physique construite notamment grâce au financement du CPER CEMEA, devrait l'être prochainement.

3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

La vie de l'unité est bien structurée. Le comité de direction, constitué des directeurs, de la RAD et de représentants des axes, gère la vie du laboratoire. De plus, un comité de prospective a été mis en place pour définir les besoins et les profils de postes, et deux commissions opérationnelles pour animer et gérer la mutualisation du matériel expérimental ainsi que des moyens de calculs. Un FabLab a notamment été mis en place dans la période.

D'autres moments de rencontre comme les séminaires communs avec le laboratoire IRPHE chaque semaine, une journée du laboratoire hors site chaque année ou les nouveaux séminaires *Cake and Coffee* (CCS) par et pour les doctorants et post-doctorants sont organisés et permettent de renforcer la cohésion du laboratoire.

Concernant la parité, il est notable que les promotions sur la période (PAR et chercheurs/enseignants-chercheurs) ont satisfait ce critère malgré un déséquilibre fréquemment constaté dans le domaine des sciences de l'ingénieur.

Au cours de la période, des progrès significatifs ont été réalisés sur les aspects hygiène et sécurité, grâce à l'investissement de l'Assistant de Prévention (AP) de l'unité et à la nomination d'une Référente Sécurité Laser (RSL). Ainsi, l'unité a pu mettre en place des formations et des systèmes de sécurité et créer, entre autres, une salle de chimie (sorbonne, armoires de stockages ventilées).

Concernant la protection du patrimoine scientifique, l'IUSTI veille à ce que toute personne (stagiaires, visiteurs, collaborateurs, etc.) amenée à travailler dans ses locaux ou avec l'unité ait signé une convention d'accueil mentionnant les conditions de partage de propriété intellectuelle.

La mise en place du télétravail avant la crise sanitaire Covid19, par un investissement dans des postes de travail portables pour le personnel a facilité le fonctionnement de l'unité pendant la période de confinement forcé. Lors de cette période, la mise en place d'un séminaire hebdomadaire en ligne, consistant en la présentation vulgarisée d'un chercheur de l'unité à l'ensemble du personnel non scientifique a permis de garder un lien et une certaine cohésion au sein de l'unité.

Concernant les objectifs de développement durable, un référent a été nommé par l'unité et plusieurs actions ont été mises en place, comme le démarrage d'une analyse de l'empreinte carbone de l'unité grâce à l'outil développé par l'association Labo 1.5, et qui montre que les gros postes d'émission sont les achats scientifiques. D'autres actions concernent la mise en place d'un circuit de recyclage du vieux matériel informatique en collaboration avec Polytech sur le site de Château Gombert, de mobilier ou encore de gros équipements (moteur, lit fluidisé).

L'élargissement envisagé de la direction avec deux adjoints dont un représentant des PAR pour la prochaine période va dans le sens d'une bonne représentativité et collégialité, qui devrait permettre la continuation du bon fonctionnement global de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Concernant la parité, l'IUSTI souffre d'une sous-représentation féminine au travers des recrutements de chercheurs et enseignants-chercheurs, qui se retrouve dans son schéma organisationnel : notamment, aucune femme n'est présente dans le Codir. Cet état de fait est cependant partagé par la plupart des unités de sciences de l'ingénieur.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

L'IUSTI est très dynamique dans ses réponses aux appels d'offres tant au niveau régional que national, et même international et a rencontré de beaux succès sur les trois niveaux. Compte tenu des taux de succès qui restent faibles, l'obtention de ces financements sur projets reste fragile. La présence des grands instruments organisée en plateformes est un atout pour l'avenir à travers les collaborations tant académiques qu'industrielles de l'unité.

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité participe activement aux instances de ses tutelles, à des sociétés savantes nationales ou internationales (SFT, AFM, APS, Euromech, etc.), et à de nombreux GDR (GDR Feux, GDR MePhy « mécanique physique », GDR Slamm « solliciter la matière molle », GDR Egrin puis Mathgeophy « mathématiques en interaction avec la géophysique », GDR MecaFib « mécanique des milieux fibrés », etc.) en plus de deux GDR portés par ses chercheurs (GDR MFA « micro-pesanteur fondamentale et appliquée », GDR PHYP « biophysique et biomécanique des plantes »).

Pendant la période considérée, 48 conférences invitées (*keynote, plenary*) ont été données par 12 chercheurs et enseignants-chercheurs de l'IUSTI, certaines dans les conférences les plus prestigieuses. Huit colloques et congrès internationaux ont été organisés par ses membres (*Droplets 2017, 2019, 2021, Franco-AMSUD energy and environment meetings, etc.*) ainsi que plusieurs écoles d'été (*CISM/IUTAM International Summer School on « Plant Biomechanics » and on « Powders and Cohesive Media », École Thématique Internationale METTI 7*). Le

congrès national de la SFT a également été organisé sur place par l'unité en 2017 ainsi que plusieurs colloques GDR (GDR PhyP, GDR MFA, GDR Feux, GDR ACCORD).

Sept membres de l'unité sont éditeurs pour 12 revues (*J. Fluid Mech.*, *J. Exp. Bot.*, *Frontiers in Plant Science*, *Colloid and Interface Science Communications*, *Interfacial Phenomena and Heat Transfer*, *Energy and IA*, *Heat Transfer and Thermal Power*, *Processes*, *Interfacial Phenomena Heat Transfer*, *International Journal of Thermal Sciences*, *J. Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*).

De nombreux membres de l'unité ont été investis dans des instances de pilotage/expertise de la recherche (ANR, Hcéres, CoNRS), ou dans des sociétés savantes nationales (AFM, SFT, SFP).

Plusieurs chercheurs et enseignants-chercheurs de l'unité ont été distingués par des nominations à l'IUF, ou encore l'Académie des Sciences (prix Ernest-Dechelle, prix Mergier-Bourdeix), le CNRS (médaille d'argent), l'Euromech (*Fluid Mechanics Prize*) ou l'*American Physical Society*.

L'unité attire régulièrement des candidats aux concours de chargés de recherche du CNRS : trois en 2019, deux en 2020, un en 2021 et quatre en 2022. À noter, qu'un de ces candidats CR a été recruté en 2019 à la suite d'une bourse Momentum.

L'unité se distingue également par l'accueil de visiteurs chercheurs étrangers de provenances très diverses (notamment de Suisse, Russie et Taïwan, mais aussi du Portugal, USA, Canada ou Brésil), sur des séjours allant d'un à 12 mois.

Points faibles et risques liés au contexte

La crise sanitaire Covid-19 a évidemment eu un impact négatif sur des projets d'organisation de conférences dans la période et les possibilités d'accueils de chercheurs invités.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité attire régulièrement des candidats aux concours de chargés de recherche du CNRS : trois en 2019, deux en 2020, un en 2021 et quatre en 2022. Un de ces candidats CR a été recruté en 2019 à la suite d'une bourse Momentum. Au total, six nouveaux recrutements (5 MCF AMU, 1 CR CNRS) ont pu être réalisés au cours de la période ainsi que l'accueil en mutation d'un MCF. On peut noter la mise en place depuis 2021 par l'AMU d'un soutien financier de démarrage des nouveaux entrants de 10 k€. Avant cette date, une enveloppe de 8 k€ a été fournie à ses nouveaux entrants par l'IUSTI, qui s'est assuré par ailleurs que les expérimentateurs aient un espace à eux. L'IUSTI a également encouragé et accompagné ces nouveaux entrants dans le dépôt de projets, conduisant à l'obtention de PEPS CNRS, de projets instituts, d'une ANR JCJC et au dépôt d'une ERC *Starting Grant* en 2020. Les nouveaux entrants sont également rapidement impliqués dans l'encadrement de thèses.

L'unité se distingue également par l'accueil de visiteurs chercheurs étrangers de provenances très diverses (notamment de Suisse, Russie et Taïwan, mais aussi du Portugal, USA, Canada ou Brésil), sur des séjours allant d'un à 12 mois.

À noter qu'un livret d'accueil a été élaboré par l'unité pour les nouveaux entrants permanents ou non-permanents, dans deux versions, l'une rédigée en français et l'autre en anglais.

Points faibles et risques liés au contexte

La période de confinement liée à la crise sanitaire Covid-19 a été particulièrement éprouvante et handicapante pour les doctorants et post-doctorants, notamment ceux travaillant sur des projets expérimentaux. Un certain nombre de thèses ont heureusement pu être prolongées grâce à l'université. Pour deux thèses qui n'avaient pu obtenir le prolongement complet (co-financement), le laboratoire a financé quatre mois supplémentaires.

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.

Points forts et possibilités liées au contexte

Plusieurs succès ont été obtenus par l'IUSTI sur des appels européens dans la période. L'unité émerge ainsi à deux *International Research Network* (ITN) : ITN TeamAero sur le contrôle des interactions choc/couches limites, et ITN Copermix sur la physique du mélange avec l'IRPHE. Un membre de l'unité a bénéficié d'une ERC *Consolidator* sur la biomécanique des plantes (ERC *Plantmove* 2015-2020) et plusieurs autres projets ont été déposés à l'ERC pendant la période. L'unité a également bénéficié de deux conventions avec l'agence européenne de l'espace (ESA).

Des bourses ou contrats ont également été obtenus à l'international en Europe (4 contrats Eurofusion) ou aux USA (2 bourses Jefferson du ministère des affaires étrangères avec les universités de Princeton et Purdue, 2 ans de contrats avec Princeton par l'*Air Force Office of Scientific Research*, thèse en cotutelle avec l'université de Floride).

L'unité a bénéficié par ailleurs du soutien du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA) au travers des appels d'offre Amidex (idex AMU), du labex Mécanique et Complexité (MEC) jusqu'en 2019, et des instituts d'établissement depuis 2019 : deux projets et une thèse internationale en cotutelle par Amidex, deux post-doctorants par le labex, et deux post-docs par les instituts ont notamment été obtenus.

Près de 16 projets ont été soutenus par l'ANR pendant la période : quatre ANR PRC, deux ANR PRCE, trois ANR JCJC, une ANR PRCI, une ANR chercheur haut niveau, trois ANR Astrid avec la DGA. Chaque année, entre huit et douze projets sont déposés pour un succès entre deux et quatre par an. D'autres sources de financement importantes pour l'unité sont les collaborations et les projets avec d'autres établissements publics : CEA, IRSN et CNES notamment.

Côté région, le CPER CEMEA porté par la fédération Fabri de Peiresc a permis l'équipement de la plateforme de caractérisation thermo-physique, ainsi que l'évolution de la soufflerie supersonique. Dans le cadre de ce CPER, un achat mutualisé d'un micro-tomographe situé dans les locaux du LMA a bénéficié à plusieurs projets de recherche. Pendant la période, quatre thèses ont été financées par la région, et deux années de post-doctorat sur le développement d'un nouveau concept de Stent basé sur des matériaux structurés ont pu être financées dans le cadre de la fondation Lefoulon-Delalande de l'Institut de France ayant pour but de promouvoir les activités dans le domaine cardio-vasculaire.

Points faibles et risques liés au contexte

Comme l'ensemble des unités de recherche, l'IUSTI est confronté à la réalité des faibles taux de succès dans les appels à projets, notamment ceux de l'ANR, ce qui induit inévitablement une certaine fragilité face aux fluctuations possibles d'une année à l'autre.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

La plateforme Feux a obtenu le label de plateforme technologique du site d'Aix-Marseille en 2020, ce qui représente un atout pour l'unité en termes de visibilité et attractivité. Cette plateforme repose sur un dispositif unique de grand caisson permettant d'étudier le développement d'un feu dans une enceinte ventilée mécaniquement. Elle est constituée de différents bancs expérimentaux pour la caractérisation du comportement des matériaux au feu : étude de la dégradation, de l'inflammabilité et de la combustion de matériaux.

La plateforme thermo-physique n'est pas encore labellisée mais pourrait l'être prochainement. Cette plateforme a été développée notamment grâce au projet Amidex *WILD WEST* et aux contrats récurrents Eurofusion ainsi que le CPER CEMEA qui a permis l'acquisition de nombreux instruments formant aujourd'hui un ensemble cohérent. Avec pour objectif principal de faire une caractérisation complète des matériaux pour comprendre le lien entre les propriétés thermiques et radiatives et leur morphologie et état de surface, elle a pour vocation d'être ouverte aux unités de recherche mais aussi aux entreprises souhaitant accéder à du matériel de recherche et à des compétences d'experts.

Une troisième plateforme, plus orientée recherche que prestations industrielles, regroupe des instruments et codes numériques à même de générer des écoulements rapides. La plateforme ECOCI regroupe ainsi la soufflerie supersonique qui a récemment bénéficié d'une évolution vers le domaine subsonique ($0.3 < M < 0.8$) grâce au CPER CEMEA, l'ensemble des tubes à chocs et tubes à souffle de l'unité, et les dispositifs microfluidiques gazeux pour lesquels l'unité a une réelle expertise. Elle contient également des outils numériques de calcul développés en interne comme ECOGEN, des codes de LES utilisés de façon très étroite avec l'expérience en soufflerie ou des solveurs pour les écoulements à micro-échelle. Cet ensemble assez unique suscite des demandes d'autres unités pour des collaborations ou des études ponctuelles.

Ces trois plateformes sont très complémentaires, elles offrent des possibilités de collaborations. Elles participent fortement à l'attractivité de IUSTI.

Points faibles et risques liés au contexte

Les plateformes présentées ci-dessus bénéficient d'un soutien technique mais aucun des personnels n'y est affecté à 100 %, pour préserver un support aux restes des activités expérimentales du laboratoire, et pour élargir également les missions des agents. La diminution progressive du personnel d'appui à la recherche depuis plusieurs années fragilise le fonctionnement de ces plateformes. Les départs supplémentaires prévus de PAR en soutien à l'expérimentation pourraient s'avérer critiques.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Les publications se situent principalement dans les champs de l'ingénierie, de la mécanique, de la physique et de la thermodynamique, reflétant brillamment les domaines de recherche de l'unité, avec une présence affirmée de l'interdisciplinarité. Les journaux dans lesquels les articles sont publiés sont diversifiés, illustrant la grande variété des recherches menées au sein de l'unité. La qualité des publications de l'IUSTI est indéniable avec une majorité de publications dans des revues de premier rang. Les chercheurs participent régulièrement aux congrès les plus significatifs de leurs domaines.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La qualité des publications de l'IUSTI est indéniable, avec 83 % des articles publiés dans des revues très reconnues par la communauté.

Les chercheurs de l'unité participent régulièrement aux congrès les plus significatifs de leurs domaines.

L'unité suit les recommandations de l'AMU sur les archives ouvertes en déposant sur HAL la production d'articles scientifiques. Les dépôts dans HAL sont en constante évolution, sans doute incités par la politique proactive de l'université qui a mis en place un bonus budgétaire au prorata des dépôts dans HAL.

En matière de développement logiciel, la plateforme « ECOGEN » de CFD pour la simulation numérique d'écoulements multiphasiques compressibles développée par l'axe ECOCI est distribuée sous licence *open source* GNU GPLv3, hébergée sur GitHub.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne relève pas de point faible ou risque sur la qualité de la production scientifique.

2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Au cours de la période s'étendant exceptionnellement sur 6 ans, du 1^{er} janvier 2016 au 31 décembre 2021, compte tenu de la crise Covid-19, l'IUSTI a produit près de 520 articles dans des revues à comité de lecture,

représentant donc un taux moyen de publication de 2,4 par an et par équivalent temps plein recherche. Cette production est assez stable pendant la période, avec une légère croissance au cours des dernières années. La publication dans les revues constitue la partie la plus substantielle de la production scientifique de l'unité. À côté des articles, six chapitres d'ouvrage ont été publiés, quatre ouvrages ont été coordonnés et deux monographies ont été écrites par des membres de l'unité. Les chercheurs participent régulièrement aux congrès les plus significatifs de leurs domaines avec, malgré deux années très perturbées par la crise Covid19, 210 participations durant la période.

Les publications se situent principalement dans les champs de l'ingénierie, de la mécanique, de la physique et de la thermodynamique, reflétant les domaines de recherche de l'unité, avec une présence affirmée de l'interdisciplinarité.

Les journaux dans lesquels les articles sont publiés sont diversifiés, reflétant la variété des recherches menées dans l'unité. On peut notamment relever les grands journaux :

- De mécanique des fluides : *J. Fluid Mech.* (33), *Phys. Rev. Fluids* (19), *Shock waves* (7), *J. Appl. Fluid Mech* (7), *Phys. Fluids* (6), *Exp. fluids* (6), *Comp. Fluids* (4), etc. ;
- De thermique et énergétique : *Int. J. Heat Mass Transf.* (24), *J. Quant. Spect. Rad. Transf.* (11), *Heat Mass Transf.* (8), *Nucl. Mat. Energy* (9), *Nuclear Fusion* (8), *Int. J. Therm. Sci.* (7), etc. ;
- De combustion : *Comb. Flame* (13), *Fuel* (8), *Proc. Comb. Inst.* (6), *Fire Safety J.* (5), etc. ;
- De physique : *Phys. Rev. E* (10), *Phys. Rev. Lett.* (9), *Proc. Nat. Acad. Sci.* (6), etc.

À noter huit publications dans *Clinical Otolaryngology* qui témoignent de la dynamique des travaux avec les praticiens hospitaliers rattachés à l'IUSTI.

Plus de la moitié des publications de l'unité (55 %) sont écrites en collaboration avec une université étrangère, notamment les États-Unis, le Canada, l'Angleterre, l'Allemagne, la Russie, la Chine ainsi que l'Afrique du Nord.

La grande majorité des chercheurs et enseignants-chercheurs ont une production scientifique entre 5 et 15 articles sur la période.

Points faibles et risques liés au contexte

Les publications ne sont pas toujours réparties de manière homogène à l'intérieur des axes. Certains chercheurs/enseignants-chercheurs publient beaucoup alors que certains ont une production scientifique faible.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les chercheurs et enseignants-chercheurs de l'IUSTI impliquent leurs doctorants et post-doctorants dans les publications pour lesquelles ils ont contribué. Concernant la gestion des données, des cahiers de laboratoire numérotés sont distribués aux étudiants par l'unité. Le dépôt de données lié à un article sur des sites d'archives comme Zenodo est en augmentation. Les publications dans des revues prédatrices ou dans des zones grises (MDPI ou éditeur locaux attachés à des petites universités), elles sont très marginales, seulement de l'ordre d'une dizaine.

Concernant l'intégrité scientifique et la déontologie, tous les étudiants en thèse inscrits à l'AMU ont l'obligation de suivre un cours en ligne obligatoire.

L'unité n'a que quelques thématiques de recherche nécessitant des composants biologiques (séchage de sang, mécanique des os humains). Les procédures règlementaires sont alors suivies pour les prélèvements par des professionnels, ou le transport et stockage des éléments entre les hôpitaux et l'unité.

L'unité suit les recommandations des tutelles sur la science ouverte par le dépôt des articles sur HAL, incitée par l'AMU via un bonus financier conditionné. Certains codes numériques (Imorph, Ecogen) sont déposés sur Github en licence GNU.

Points faibles et risques liés au contexte

Concernant l'intégrité scientifique, l'unité n'a pas mis en place de politique particulière, aucun signalement n'ayant été effectué durant le mandat.

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'IUSTI, de par son rattachement fort à Polytech Marseille mais aussi à l'IUT, a de beaux atouts pour une recherche en lien avec les besoins industriels et sociétaux, notamment par son ancrage dans le tissu régional, par exemple, avec le développement d'une activité transverse dans le domaine large du génie civil.

Les personnels de l'unité sont très présents dans le domaine de la vulgarisation auprès du grand public, que ce soit par des actions du type Fête de la Science ou encore des communications dans les médias.

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'IUSTI est rattaché à l'INSIS et une grande partie des enseignants-chercheurs sont rattachés à une école d'ingénieurs (Polytech Marseille), facilitant le lien avec le monde non-académique. De nombreux liens existent avec des acteurs variés allant des établissements publics (CEA, IRSN, IFPEN, CNES, ESA, DGA) aux grands groupes (EDF, Saint-Gobain, Chryso, Safe Metal) en passant par des PME (Bertin Technologies, SILAS, BioSerenity). Certains contrats sont liés à l'utilisation des plateformes. Une quinzaine de financements de thèse Cifre et deux financements ANR renouveau industriel ont été obtenus par l'unité. La création d'une plateforme de caractérisation thermique et de structure des matériaux a permis de nouveaux partenariats avec des entreprises aussi bien locales qu'internationales. La plateforme Feux est issue des nombreux partenariats avec le monde socio-économique. Il est clair que certains enjeux sociétaux représentent une opportunité pour l'unité comme celui de décarbonation de l'économie, de technologie des nouveaux lanceurs et de l'aéronautique, de fusion et d'énergie du futur, ou encore des risques au sens large impliquant la sécurité des biens et des personnes en lien avec les explosions et incendies.

Les liens avec le monde économique sont forts et s'effectuent plus souvent par l'intermédiaire de prestations, et/ou collaborations industrielles comme le montrent les contrats industriels. Le nombre de contrats industriels est en hausse (13 % du budget en 2021 contre 4 % en 2015). Concernant la propriété intellectuelle, l'unité a déposé sur la période 2 déclarations d'inventions et 5 brevets.

Points faibles et risques liés au contexte

Le montant des financements industriels est en hausse significative pendant la période mais reste minoritaire par rapport à celui des financements publics.

2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'IUSTI a déposé une déclaration d'invention, quatre demandes de brevet et un logiciel *open source* sur la période. Des documents à destination du comité de normalisation AFNOR ont été rédigés concernant les chocs mécaniques et la surveillance et le diagnostic des machines, ainsi que l'isolation thermique des bâtiments.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne note pas de point faible ou de risque significatif.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a des actions importantes en matière de vulgarisation scientifique. Elle a participé aux visites insolites du CNRS en organisant par exemple la visite « Tromper ses sens à l'IUSTI ».

Elle accueille chaque année des stagiaires collégiens de 3^e et participe à des manifestations à destination des scolaires, comme la Fête de la science ou l'opération les apprentis chercheurs.

Les recherches de l'unité ont fait l'objet de nombreux communiqués de presse (7 communiqués CNRS, dont 2 communiqués communs avec l'INRAE) et d'articles dans la presse de vulgarisation ou grand public (*Le Monde*, *La recherche*, *Pour la Science*, *Sciences et Vie Junior*, *Physics Today*).

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne note pas de point faible, ni de risque.

C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Le comité approuve et encourage la mise en œuvre de la nouvelle structuration de l'unité en trois axes thématiques et deux axes transverses pour la prochaine période. Le comité encourage par ailleurs la nouvelle direction à continuer de travailler dans la collégialité.

Le comité propose de former les gestionnaires financiers aux pratiques et applications des différentes tutelles afin de consolider le fonctionnement actuel du service administratif et promouvoir la polyvalence des personnels de ce service.

Le comité recommande également de veiller aux éventuels problèmes d'évolution de carrière des PAR, notamment ceux liés à Polytech Marseille et au rectorat. Il recommande aussi d'anticiper bien en amont les départs en retraite des PAR et encourage à demander des moyens humains en soutien aux plateformes.

Le comité recommande de veiller à la reconnaissance du travail des PAR en les associant, par exemple, aux publications (en remerciements ou éventuellement en co-auteur), avec une pratique homogène au niveau de l'unité.

Dans la continuité du livret d'accueil pour les nouveaux arrivants, décliné dans les deux versions française et anglaise, le comité encourage à continuer à tenir compte des difficultés d'intégration parfois rencontrées par les étudiants internationaux du fait de la barrière de la langue.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Le comité encourage l'unité à poursuivre ses efforts pour la reconnaissance de l'ensemble de ses plateformes technologiques, à l'instar de la reconnaissance récemment obtenue de l'AMU pour la plateforme Feux.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Le comité encourage l'unité à poursuivre ses publications de qualité.

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

Le comité recommande à l'unité de maintenir son effort dans l'obtention de partenariat et contrats industriels pour diversifier plus encore ses ressources propres.

ÉVALUATION PAR AXE

Axe 1 : Combustion Risques et Génie Civil (CRGC)

Nom du responsable : M. Olivier Vauquelin

THÉMATIQUES DE L'AXE

Les principales opérations de recherche de l'axe Combustion, Risques et Génie Civil (CRGC) concernent les feux confinés et l'aérodynamique des fumées, l'hydrodynamique des écoulements diphasiques, la dynamique des particules et les écoulements chargés, la formulation, la caractérisation et la modélisation des nouveaux bétons et le comportement dynamique non-linéaire des ouvrages de génie civil. Ces thématiques sont abordées tant sur le plan expérimental que théorique et numérique en regardant les aspects multi-échelles et multi-physiques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Une des principales remarques concernait le positionnement de l'activité génie civil à l'intérieur de l'axe CRGC et par rapport aux autres axes. Une attention particulière a été portée au recrutement de jeunes MCF autour de thématiques plus transverses croisant le génie civil avec les autres thématiques de l'unité, telles que l'aérodynamique des bâtiments, les risques liés au feu et les sollicitations extrêmes dans les solides. Cependant, l'intégration du génie civil dans cet axe reste artificielle. Les nouveaux recrutements n'auront des effets que dans la prochaine période et sont, de plus, adaptables aux autres thématiques de l'unité. Le projet de création d'un axe transverse « génie civil », qui pourra bénéficier des apports de l'unité dans les domaines de la thermique, de la rhéologie et de la conception de matériaux hétérogènes durables, est cohérent.

Une autre remarque concernait la pérennité et la valorisation du caisson à feu dans la thématique feux. Cette installation, unique par son instrumentation et sa modularité (parois métalliques légères permettant des expérimentations rapides pour le caisson à feux et cônes calorimètres instrumentés) a été labellisée sous forme de plateforme par AMU. Cette labellisation assure une visibilité et une reconnaissance quant à la pérennité des installations. La présence d'une plateforme de caractérisation de propriétés thermo-physiques dans l'axe PT complète avantageusement ces dispositifs et peut compenser la fragilité de Diamant sur le plan des ressources humaines (un seul IR affecté à cette plateforme).

EFFECTIFS DE L'AXE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	8
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	14
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	8
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	15
Sous-total personnels non permanents en activité	24
Total personnels	38

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'axe

Cet axe dispose de moyens expérimentaux lourds et de très bon niveau destinés à l'étude des feux en milieu confinés sous forme d'une plateforme maintenant labellisée par AMU. Les relations industrielles sont pérennes et fortes. La production scientifique, de qualité, est très importante ainsi que l'encadrement doctoral, avec de nombreux dispositifs Cifre.

Le projet de construire un axe transverse « Génie Civil » et de rapprocher l'activité « Feux » des autres axes de l'unité (notamment de l'axe « Physique des Transferts ») est cohérent et renforcera la dynamique des deux thématiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'axe CRGC s'élève à 185 publications dans un vaste panel d'environ 80 journaux dont les principaux sont *Combustion and Flames* (14), *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* (11), *Fuel* (8), *Fire Safety Journal* (7), *Journal of Fluid Mechanics* (7), *Journal of Applied Fluid Mechanics* (6), *Proceedings of the Combustion Institute* (6) et *International Journal of Heat and Mass Transfer* (5). Cette production importante donne une excellente moyenne d'environ deux publications par an et par enseignant-chercheur, correspondant donc à environ quatre publications par an et par équivalent temps plein recherche. Les journaux concernés sont parmi les meilleurs des différents domaines comme *Combustion & Flam* et *Fire Safety Journal* pour les recherches en relation avec la combustion et l'incendie, *Journal of Fluid Mechanics* pour les recherches théoriques académiques en mécanique des fluides, *Journal of Computational Physics* pour les développements numériques ou encore *Construction & Building Materials* pour le génie civil.

L'encadrement doctoral est très important (42 doctorants pendant la période, soit environ trois par enseignant-chercheur) favorisé par un grand nombre de personnels HDR (8 HDR sur 13 personnes). Un nombre important de financements de dispositifs Cifre (22 %) est à noter.

La plateforme expérimentale Feu, constituée du caisson Diamant permettant des expérimentations rapides du fait des parois métalliques et complétée par un grand nombre de cônes calorimètres instrumentés, est maintenant labellisée par l'AMU. Cette plateforme est d'autant plus importante qu'elle est complémentaire de la plateforme de mesure de propriétés thermo-physiques développée dans l'axe « Physique des Transferts ».

L'axe CRGC bénéficie d'une bonne reconnaissance des partenaires industriels et a des relations pérennes avec les entités telles que EDF, CEA et IRSN basés à Cadarache notamment. Les relations nationales sont aussi à remarquer telles que les collaborations avec le LEMTA (Nancy) et la participation au GDR Feux.

L'effectif de l'axe est resté stable malgré quatre départs en retraite heureusement compensés par trois recrutements MCF et une demande de rattachement. La montée en puissance du nouveau Département Génie Civil de l'IUT devrait être un atout, avec l'arrivée potentielle de jeunes MCF dans ce domaine dans les prochaines années.

Points faibles et risques liés au contexte

Les permanents de cet axe sont très investis en enseignement et très impliqués dans des tâches administratives chronophages. La présence de 7 EC émérites constitue un renfort bienveillant, mais ce renfort reste fragile car non pérenne.

Le positionnement de l'activité génie civil à l'intérieur de l'axe CRGC paraît encore artificielle d'autant que cette activité peut recouvrir de nombreuses facettes que l'on peut retrouver dans les autres axes de l'IUSTI (bâtiment durable et thermique du bâtiment, rhéologie des fluides complexes, interaction fluide-structure, etc.). Les thématiques de cet axe ne concernent pas que le feu ou le génie civil, mais aussi des études sur des écoulements hydrodynamiques (bulles particules) qui s'éloignent des deux thématiques principales, Feux et Génie Civil.

L'arrivée potentielle de nouveaux enseignants-chercheurs liés à la création récente du département « Génie civil » à l'IUT nécessite une gestion attentive car pouvant déséquilibrer l'axe ou même l'unité si les profils recrutés ne sont pas suffisamment cohérents avec l'ensemble des thématiques de l'unité.

Un point de faiblesse reste également l'absence de chercheurs CNRS dans l'axe.

RECOMMANDATIONS À L'AXE

Le comité encourage les efforts relatifs à la création d'une thématique transverse « Génie Civil » dans le cadre du nouveau projet d'organisation de l'unité, qui devrait être une amélioration cohérente facilitant les possibilités de collaborations entre les différents axes.

Le comité recommande en conséquence la suppression de l'axe CRGC et sa répartition dans les autres axes : axe 4 pour les thématiques thermiques des solides, axe 2 pour les solides en sollicitations extrêmes et axe 3 pour les aspects fluidiques et milieux divisés.

Le comité recommande de prioriser les projets scientifiques en prenant en compte les ressources humaines et en tentant de mutualiser les moyens notamment pour les activités relatives aux plateformes.

Il recommande enfin de renforcer et favoriser la visibilité des équipes et des EC en mettant en valeur leurs compétences académiques fondamentales, afin d'augmenter les conférences invitées, cibler les candidatures aux appels à projets, attirer des candidats extérieurs (CNRS ou autres), etc.

Axe 2 : Écoulements Compressibles Chocs et Interfaces (ECOCl)

Nom du responsable : M. Éric Daniel

THÉMATIQUES DE L'AXE

L'axe Écoulements Compressibles, Onde de Choc et Interfaces (ECOCl) développe des activités autour de quatre thématiques scientifiques principales : les ondes de choc, l'aérodynamique, la micro-fluidique et la modélisation des écoulements compressibles monophasiques et multiphasiques. Les recherches sont menées par des approches expérimentales, numériques et théoriques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Concernant le faible nombre de doctorants par rapport au potentiel d'encadrement, un effort a été mené afin d'améliorer la capacité de recruter des doctorants, avec la participation à deux projets ITN pendant la période.

Concernant les interactions avec les autres axes et inter-axe, l'axe ECOCl a recruté un enseignant-chercheur spécialisé sur le sujet commun des diagnostics optiques. Une politique d'acquisition de matériel mutualisé a permis la mise en place d'une plateforme regroupant les moyens expérimentaux et numériques de l'axe. On constate aussi, pendant la période, plusieurs publications en collaboration avec d'autres axes.

Concernant le risque de fragilisation de certaines thématiques à cause d'un manque de masse critique, l'axe ECOCl a bénéficié du recrutement d'un EC supplémentaire.

Concernant le manque de diversification des partenariats industriels, l'axe a profité d'un projet CPER pour élargir le domaine de fonctionnement de la soufflerie supersonique aux conditions subsoniques, ce qui devrait permettre d'augmenter les capacités de recherche partenariale et de diversifier les partenaires en dehors du secteur aérospatial. Un nouveau tube à souffle a également été construit.

Notons enfin que la thématique feux n'était plus intégrée à l'axe ECOCl pendant la période d'évaluation mais à l'axe CRGC.

EFFECTIFS DE L'AXE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	11
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	3
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	21
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	6
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	10
Sous-total personnels non permanents en activité	18
Total personnels	39

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'axe

Les travaux de recherche de l'axe ECOCI sont reconnus aux niveaux national et international avec une production scientifique de qualité. L'axe dispose de moyens expérimentaux uniques réunis dans la plateforme ECOCI, permettant d'aborder des sujets originaux et rares. Les travaux expérimentaux sont enrichis et nourris par des simulations numériques avancées, effectuées dans la plupart des cas à l'aide de codes de recherche originaux développés en son sein, ou par des modèles théoriques. L'axe a obtenu de beaux succès sur des appels à projets internationaux en plus des collaborations historiques privilégiées avec le CEA et le CNES.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de recherche de l'axe ECOCI sont reconnus aux niveaux national et international. Ceci est témoigné par une production scientifique de qualité dans de très bonnes et bonnes revues de mécanique des fluides, énergétique et mathématiques appliquées. La production scientifique de l'axe ECOCI s'élève à 90 publications dans un vaste panel d'environ 50 journaux, dont les principaux sont *Journal of Heat & Mass Transfer* (14), *Shock Waves* (7), *Experiments in Fluids* (5), *Physics of Fluids* (4), *Journal of Fluid Mechanics* (3), *Microfluidics & Nanofluidics* (3), *Journal of Computational Physics* (3) *Physical Review E* (3), *Clinical Otolaryngology* (4). Ceci représente une bonne production de 15 par an en moyenne, soit environ 1,5 publications par an et par équivalent temps plein recherche. Les membres de l'équipe publient dans les thématiques propres de l'axe mais également en collaboration avec les autres axes ou dans le cadre des thématiques transverses. Certains personnels d'appui à la recherche sont associés aux publications.

L'encadrement doctoral est significatif avec 26 doctorants pendant la période, soit environ deux par C ou EC.

L'équipe dispose de moyens expérimentaux uniques (soufflerie supersonique, tubes à choc) réunis dans la plateforme ECOCI, permettant d'aborder des sujets originaux et rares. Les travaux expérimentaux sont enrichis et nourris par des simulations numériques avancées, effectuées dans la plupart des cas à l'aide de codes de recherche originaux développés au sein de l'équipe, ou par des modèles théoriques. Les ressources financières propres de l'axe sont variées, avec des projets régionaux, nationaux ou internationaux et aussi avec des partenaires industriels. Pendant la période considérée, l'axe a eu une très bonne dynamique de succès à des projets européens (2 ITN Marie Curie) ou internationaux (AFOR), en plus des collaborations historiques privilégiées avec des organismes de recherche comme le CEA ou le CNES. Il a par ailleurs organisé deux conférences internationales à Marseille : *16th International Workshop on the Physics of Compressible Turbulent* en 2018 et *16th European Vacuum Conference* en 2021.

Un membre de l'axe fait maintenant partie du Comité National du CNRS en section 10, ce qui est susceptible d'accroître la visibilité de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré le fort potentiel de la plateforme expérimentale ECOCI, les partenariats industriels se font essentiellement par l'intermédiaire d'organismes de recherche. Les collaborations industrielles au travers de contrats directs ou de dispositifs Cifre restent encore un peu limitées. On peut regretter qu'il n'y ait pas plus d'interaction entre les différentes thématiques de l'axe et qu'il n'y ait pas une plus grande mutualisation des moyens expérimentaux et des plateformes logicielles.

Les lourdes responsabilités administratives portées par plusieurs enseignants-chercheurs de l'axe constituent un risque pour maintenir sa dynamique de recherche.

Le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs de l'axe a fortement diminué depuis une douzaine d'années, passant de 23 en 2010 à 17 en 2022, soit une diminution de 25 %. Au cours de cette période, deux départ en retraite (1 PR, 1 DR) ont été seulement partiellement compensés par le recrutement d'un MCF.

RECOMMANDATIONS À L'AXE

Le comité encourage l'axe à maintenir et valoriser ses grandes installations expérimentales. Il encourage également un effort supplémentaire de diversification des partenariats avec l'industrie et une démarche plus proactive de montage de dispositifs Cifre qui pourrait permettre à l'axe à la fois d'attirer des moyens financiers

supplémentaires et d'augmenter l'attractivité vis-à-vis des doctorants. Le comité recommande un plus grand dynamisme en termes de recherche partenariale qui pourrait aider à anticiper et compenser les départs prévisibles de certains personnels d'appui à la recherche à forte technicité, par le recrutement d'ingénieurs contractuels par exemple. Enfin, le comité incite l'axe à envisager des synergies/regroupements des différents outils numériques existants afin d'optimiser les efforts de développement et de maintenance et d'en augmenter la visibilité.

Axe 3 : Milieux Divisés et Fluides Complexes (MDFC)

Nom du responsable : M. Yoël Forterre

THÉMATIQUES DE L'AXE

Les activités de recherche développées dans l'axe Milieux Divisés et Fluides Complexes (MDFC) se répartissent en quatre grandes thématiques dont trois concernent plus spécifiquement les systèmes particuliers : optique des systèmes particuliers, milieux granulaires et poudres, suspensions et fluides complexes, tandis que le quatrième plus récent et fortement pluridisciplinaire porte sur des questions de biomécanique des plantes et de couplages fluide/structure. Ces thématiques sont abordées sur la base d'expérimentations contrôlées, souvent couplées à des approches théoriques ou numériques, dans le cadre de collaborations avec des partenaires académiques ou industriels.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les remarques émises lors de la précédente évaluation portaient principalement sur les aspects de ressources humaines : absence de personnel d'appui à la recherche et consolidation des moyens humains pour l'opération diagnostic optiques. En l'absence de nouveau personnel permanent support, l'effort global de l'unité a été de munir les services support à l'expérimentation des moyens nécessaires (agents partagés, appel ponctuel à de la sous-traitance). Concernant le second point, il n'a pas été réalisé de recrutement dans cette opération de recherche. Des collaborations avec un nouvel enseignant-chercheur de l'axe ECOCI, autour des diagnostics optiques, ont été engagées dans le cadre d'un PEPS.

Une seconde remarque concernait le nombre relativement restreint de professeurs invités. Cette faiblesse a été réduite au cours de la période, malgré la crise sanitaire Covid19, avec des accueils réguliers de visiteurs (Suisse, USA, Taïwan).

EFFECTIFS DE L'AXE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	4
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	14
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	4
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	25

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'axe

Les activités de recherche de l'axe MDFC reposent sur des fondamentaux extrêmement solides combinant des études expérimentales originales et des démarches de modélisation théorique et numérique de référence. L'axe bénéficie d'une très forte visibilité internationale s'appuyant sur une politique de publication exigeante dans les meilleures revues et un excellent partenariat scientifique international qui contribue à une forte attractivité aux niveaux national et international. L'axe porte une dynamique de recherche qui lui a permis de faire significativement évoluer ses thématiques et d'en faire émerger de nouvelles durant ces dernières années.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique de l'axe MDFC s'élève à près de 100 publications dans un panel varié de près de 40 revues à comité de lecture dont les principales sont *Journal of Fluid Mechanics* (21), *Physical Review Fluids* (11), *Physical Review Letters* (7), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* (6), *Physical Review E* (5), *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* (4). Cette production, dont il faut souligner l'excellente qualité, donne une bonne moyenne d'environ 1,5 publications par an et par équivalent temps plein recherche. Il est à noter de nombreuses invitations des membres de l'axe dans des conférences (37 au cours de la période) et de nombreux chercheurs invités par l'axe dans l'unité, témoignant à la fois d'une excellente reconnaissance et attractivité.

L'encadrement doctoral de 22 doctorants pendant la période, soit environ deux par chercheur équivalent temps plein, est complété par un fort encadrement postdoctoral (19 post-doctorants durant la période).

Les activités de l'axe sont menées en collaboration avec de nombreuses universités ou organismes étrangers (34) d'Europe (16), Amérique (11), Asie (5), Afrique (1) et Océanie (1).

Le dynamisme et l'excellence des membres de l'axe contribuent à de beaux succès dans les appels à projets régionaux (5 projets labex ou Amidex), nationaux (10 projets ANR), et même internationaux (ANR PRCI France-Allemagne, ERC *Consolidator Grant*, ITN).

L'axe a développé activement pendant la période des collaborations avec des acteurs non académiques très variés allant d'EPIC (IRSN, CEA, IPFEN) à de grands groupes (Saint-Gobain, Chryso, Safe Metal) en passant par des PME et TPE (Bertin Technologies, SILAS, BioSerenity), avec 11 contrats auxquels s'ajoutent des activités de prestation, représentant au total environ un quart de ses ressources.

Des membres de l'axe font partie de quatre comités éditoriaux de journaux et ont organisé deux écoles d'été internationales. Un membre de l'axe est directeur du GDR PhyP « Biophysique et biomécanique des plantes » et a été membre du CoNRS en section 10, de 2018 à 2021. L'axe est très présent dans les activités de vulgarisation scientifique : Fête de la Science, Visites insolites et vidéo Zest de Sciences du CNRS, 7 communiqués de presse CNRS, 2 articles dans le journal *Le Monde* et des articles dans *Focus APS*, *Physics Today*, *Pour la Science*, *Sciences et Vie Junior*.

On notera également de nombreuses prix ou récompenses obtenus pendant la période : *Fluid Mechanics Prize* 2016 de l'*European Mechanics Society*, Prix Mergier-Bourdeix de l'Académie des Sciences 2017, Prix Ernest Dechelle Physique de l'Académie des Sciences 2017, Médaille d'argent 2018 du CNRS, *Fluid Mechanics Fellows* 2020 de l'*European Mechanics Society*.

L'effectif de l'axe est resté stable au cours de la période avec un départ (retraite DR 2019) compensé par une arrivée (recrutement CR 2019). Un point fort de l'équipe est sa composition très équilibrée entre chercheurs (7) et enseignants-chercheurs (7).

Dans le projet de restructuration de l'unité pour la prochaine période, l'axe s'apprête à changer de nom pour mieux englober les nouvelles activités qui s'y développent depuis quelques années dans le domaine de la biomécanique et du bio-mimétisme notamment. Le nouvel intitulé envisagé est Solides et Fluides Complexes, avec SOFT pour acronyme en référence au domaine *Soft Matter* au centre des activités de l'axe. Dans cette restructuration, le contour de l'axe ne changera guère, ni son effectif avec seulement l'arrivée d'une chercheuse d'un autre axe.

Points faibles et risques liés au contexte

La thématique concernant l'optique des milieux dispersés repose sur un très petit nombre de personnes, avec un départ en retraite prévisionnel sur la période future.

Il existe de fortes disparités d'activité scientifique entre les membres de l'axe : des membres de l'axe ont publié plus d'une douzaine d'articles durant la période tandis que d'autres n'en ont publié qu'un.

L'émergence de nouvelles thématiques montre la capacité de l'axe à faire évoluer les thématiques de recherche mais peut entraîner des questions sur la cohérence de l'ensemble.

RECOMMANDATIONS À L'AXE

Le comité encourage l'axe à réfléchir à la pérennisation ou pas de l'optique des milieux dispersés par d'éventuels recrutements au CNRS ou à l'AMU.

Le comité recommande par ailleurs à l'axe de ne pas négliger le niveau régional dans l'obtention de ses ressources propres.

Axe 4 : Physique des Transferts (PT)

Nom des responsables : M. David Brutin / M. Jean-Laurent Gardarein

THÉMATIQUES DE L'AXE

L'axe Physique des Transferts (PT) vise à approfondir la compréhension des transferts de chaleur et de masse qui ont lieu dans les fluides simples ou complexes, dans les matériaux homogènes et hétérogènes ainsi qu'au niveau de leurs interfaces. Les activités sont menées de manières complémentaires, avec des approches de modélisation, des simulations numériques et de l'expérimentation.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

En mettant un terme à son activité consacrée à l'étude de lits fluidisés, puis en renforçant celle sur l'optimisation des systèmes énergétiques ainsi que son expertise dans la caractérisation thermo-physique par le recrutement d'un MCF en 2018 et la création d'une plateforme associée, l'axe a pleinement répondu à la dernière recommandation le concernant.

EFFECTIFS DE L'AXE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	9
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	14
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	17
Sous-total personnels non permanents en activité	19
Total personnels	33

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'axe

L'axe Physique des Transferts mène une recherche académique et appliquée d'un très bon niveau. Les publications paraissent dans des journaux qui font référence en thermique et en mécanique des fluides et sont très nombreuses. Fort de son approche complémentaire modélisation/expérience, l'axe dispose de solides outils et compétences pour aborder des problèmes physiques couvrant différents domaines d'application pertinents et originaux. Les travaux de recherche fondamentaux, comme appliqués, permettent aux membres de l'axe de participer à des conférences qui font autorité en la matière et d'en organiser. L'absence de chercheur CNRS est pénalisante et contribue à limiter l'implication des enseignants-chercheurs de l'axe PT dans les projets soutenus par l'ANR ou bien les dispositifs Cifre. Enfin, même si l'axe présente un bilan très brillant pendant la période, ce dernier est à nuancer car il contient des hétérogénéités et disparités entre ses membres.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les applications des savoir-faire en thermique et mécanique des fluides sont pertinentes et originales. Le contexte de « décarbonation » de l'énergie est un terrain d'application très propice aux recherches de l'axe.

La production scientifique de l'axe PT s'élève à 150 publications dans un vaste panel de 75 revues à comité de lecture dont les principales sont *Nuclear Fusion* (12), *Nuclear Materials & Energy* (9), *Heat & Mass Transfer* (8), *Fusion Engineering & Design* (8), *International Journal of Heat & Mass Transfer* (6), *IEEE Transaction on Applied Superconductivity* (6), *Physica Scripta* (6), *International Journal of Mechanical Sciences* (5). Cette production importante donne une excellente moyenne d'environ deux publications par an et par enseignant-chercheur, correspondant donc à environ quatre publications par an et par équivalent temps plein recherche.

Cette production académique est à la fois très conséquente et de bonne qualité, et s'y ajoutent de nombreux actes de congrès (60).

Les membres de l'axe contribuent à la réussite de conférences de référence y compris par leur organisation. L'axe a en effet organisé de nombreuses conférences : SFT (2017), 17^{èmes} Journées Internationales de Thermique : Énergie-Environnement (2017), *Droplets Conferences Series* (2017, 2019, 2021), *International Workshop on Fusion energy: challenges and perspectives* (2017), école METTI 7 (2019).

L'encadrement doctoral est aussi très important (35 doctorants durant la période, soit environ 3 par enseignant-chercheur) favorisé par un grand nombre de personnels HDR (8 HDR sur 13 personnes).

L'axe développe des collaborations avec des acteurs non académiques variés allant des EPIC (CNES, CEA) à de grands groupes industriels (Valeo, Faurecia, CNIM) en passant par des PME/TPE (TEMISTh, Le Présage) représentant environ un quart de ses ressources.

Deux membres de l'axe font partie de CES de l'ANR (CES 06 « Transformation et usages efficaces de l'énergie » et CES 50 « Sciences de base pour l'énergie »), et deux membres font partie du Panel H2020 *Energy, Solar Energy & Future Disruptive Defence Technology*. À noter également qu'un membre de l'axe est IUF Junior et un autre Pilote du Tokamak West.

Dans le projet de l'unité pour la période à venir, l'axe PT s'élargira en un nouvel axe intitulé Feux Énergie Thermique Hydrodynamique (FETH) structuré suivant les sept Opérations de Recherche suivantes :

- Thermique et Mécanique du Vivant ;
- Écoulements en Milieux Naturels ;
- Énergies Décarbonées ;
- Feux, Incendies, Risques ;
- Optimisation et Transition Énergétique ;
- Thermique et Aérodynamique en Milieux Urbains ;
- Changement de Phase et Instabilités dans les Systèmes Thermiques.

Ce nouvel axe fait sens d'un point de vue thématique.

Points faibles et risques liés au contexte

Une forte disparité de production entre les membres de l'axe est constatée pendant la période d'évaluation, et un seul chercheur a obtenu des projets (2) soutenus par l'ANR depuis 2016.

Peu de dispositifs Cifre (2) et de « chercheurs invités » (1) ont été obtenus pendant la période d'évaluation.

Il existe un risque de suractivité lié aux nombreuses sollicitations en enseignement et activités d'intérêts générales (cinq chargés de mission à Polytech, la directrice du cycle préparatoire, le directeur du Département Mécanique-Énergétique, un responsable d'année, un responsable de parcours, deux porteurs de formations par apprentissage, des responsables contrats pro, relations internationales, etc.)

L'absence de chercheur CNRS dans l'axe est indéniablement un frein au dépôt de projets, notamment à l'ANR.

Dans le projet de l'unité pour la période à venir, l'axe PT s'élargit en un nouvel axe intitulé Feux Énergie Thermique Hydrodynamique (FETH). Cette réorganisation fera passer l'effectif de l'axe de 13 à 24 enseignants-chercheurs plus 4 PUPH/MCU, 2 IR et 1 IE. Avec cet effectif important, il sera peut-être difficile de maintenir une bonne cohésion.

RECOMMANDATIONS À L'AXE

Il convient tout d'abord de maintenir une activité scientifique académique et appliquée de haut niveau, comme c'est le cas actuellement.

Le comité approuve et encourage la transformation de l'axe Physique des Transferts en un nouvel axe élargi et intitulé Feux, Énergie, Thermique et Hydrodynamique. Le comité encourage le nouvel axe à se mettre à la recherche de très bons jeunes chercheurs afin de les soutenir aux concours de recrutement CR du CNRS. Une présentation mettant mieux en avant le très bon niveau académique de l'axe pourrait être un atout pour atteindre cet objectif.

Le comité encourage l'axe à diversifier plus encore ses partenaires industriels afin de générer des thèses ou post-doctorats supplémentaires.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 17 novembre 2022 à 08h30

Fin : 18 novembre 2022 à 16h00

Entretiens réalisés en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Jeudi 17 novembre 2022

- 08h30-09h00 Réunion du comité à huis clos
- 09h00-10h00 Bilan 2016-2021 du directeur d'unité (35' de présentation + 25' de questions) amphi Fermi (tout le laboratoire)
- 10h00-10h30 Pause-café
- 10h30-11h10 Présentation axe PT (25' de présentation + 15' de questions) amphi Fermi (tout le laboratoire)
- présentation générale du responsable d'axe
- focus 1: La thermique dans les plasmas de fusion
- focus 2: Design Conducto-radiatif pour les matériaux thermiques
- 11h10-11h50 Présentation axe ECOCI (25' de présentation + 15' de questions) amphi Fermi (tout le laboratoire)
- présentation générale du responsable d'axe
- focus 1: Plateforme ECOGEN
- focus 2: Microfluidique
- 11h50-12h30 Présentation axe CRGC (25' de présentation + 15' de questions) amphi Fermi (tout le laboratoire)
- présentation générale du responsable d'axe
- focus 1: Modélisation des flammes dans l'incendie
- focus 2: Modélisation de la compaction
- 12h30-14h00 Repas
- 14h00-14h40 Présentation axe MDFC (25' de présentation + 15' de questions) Amphi Fermi (tout le laboratoire)
- présentation générale du responsable d'axe
- focus 1: Suspensions rhéo-épaississantes
- focus 2: Interaction fluide-structure bio-inspirée
- 14h40-15h25 Visite du laboratoire (axe MDFC)
- Granulaires et poudres (Fermi 241)
- Mélange dans les milieux complexes (Fermi : halle)
- Biomécanique des plantes (Fermi 103)
- 15h25-16h10 Visite laboratoire (axe PT)
- Caractérisation thermique de lits de poudres (Fermi 106)
- La mécanique énergétique au service des sciences criminelles (Fermi 234)
- La parabole de Scheffler, un outil en cours d'optimisation (Fermi : park)
- 16h10-16h55 Visite laboratoire (axe ECOCI)
- Tube à chocs (Fermi 241)
- Cold Spray (Halle technologique)
- Soufflerie supersonique (Halle technologique)
- Transfection (Halle technologique)

- 16h55-17h40 Visite laboratoire (axe CRGC)
- Plateforme feux (Halle. technologique)
- Halle Joliot Curie (Joliot Curie)
- 17h40-18h30 Travail du comité à huis clos

Vendredi 18 novembre 2022

- 08h30-09h15 Projet du laboratoire du porteur de projet (20' de présentation + 25' de questions) salle 250 (tout le laboratoire)
- 09h15-09h45 Rencontre avec le personnel chercheurs et enseignants-chercheurs (salle 250)
- 09h45-10h15 Rencontre avec le personnel d'appui à la recherche
- 10h15-10h45 Pause-café
- 10h45-11h15 Rencontre avec les doctorants et post-doctorants (salle 250)
- 11h15-11h45 Rencontre avec les représentants des tutelles (VP recherche AMU et DAS CNRS INSIS) salle 250
- 11h45-12h30 Rencontre avec le DU et le porteur de projet (salle 250)
- 12h30-16h00 Plateaux repas et travail de synthèse du comité à huis clos

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président de l'université

au

Département d'Évaluation de la recherche -
Hcéres

Objet : Observations de l'unité relatives au
rapport d'évaluation des experts Hcéres
N/Réf. : VPR/LS/AMS/CM – 23-06

Dossier suivi par : Cécile Merle
Tél : 04 13 94 95 90
cecile.merle@univ-amu.fr

Vos réf :
DER-PUR230023203 - IUSTI - Institut universitaire des systèmes thermiques industriels

Marseille, le dimanche 9 avril 2023

Madame, Monsieur,

Je fais suite à votre mail du 01/03/2023 dans lequel vous me communiquez le rapport d'évaluation Hcéres de l'Unité de Recherche IUSTI - Institut universitaire des systèmes thermiques industriels.

Comme demandé dans ledit mail, je vous indique que les tutelles de l'IUSTI, Aix-Marseille Université et le CNRS, n'ont pas d'observation à formuler.

Vous souhaitant bonne réception des présentes,

Je vous prie de croire, Madame, Monsieur, l'expression de mes respectueuses salutations.



Eric BERTON



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



2 rue Albert Einstein
75013 Paris, France
T. 33 (0)1 55 55 60 10

hceres.fr

[@Hceres_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

