



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

IUSTI – Institut Universitaire des Systèmes Thermiques
Industriels

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Provence (tutelle principale)

Université de la Méditerranée

CNRS

Janvier 2011



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

IUSTI – Institut Universitaire des Systèmes Thermiques
Industriels

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Provence (tutelle principale)

Université de la Méditerranée

CNRS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Janvier 2011



Unité

Nom de l'unité : Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels

Label demandé : UMR CNRS

N° si renouvellement : 6595

Nom du directeur : M. Lounès TADRIST

Membres du comité d'experts

Président :

M. Jean-Pierre HULIN, FAST, CNRS

Experts :

Mme Cathy CASTELAIN, CNRS, Université de Nantes, représentant le CoNRS

M. Michel CHAMPION, ENSMA, Poitiers

Mme Catherine COLIN, ENSEEIHT, INP Toulouse

M. Pierre COMTE, ENSMA, Institut Pprime, Poitiers

M. Denis MAILLET, ENSEM, INPL, représentant le CNU

M. J.E. WESFREID, CNRS, ESPCI

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Hassan PEERHOSSAINI

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

M. Denis BERTIN, Vice Président du Conseil Scientifique, Université de Provence

M. Pierre CHIAPPETTA, Vice-président du Conseil Scientifique, Université de la Méditerranée

M Patrick LE QUERE, Institut INSIS, CNRS



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée les 6 et 7 Janvier 2011 suivant le programme prévu. Après une présentation du laboratoire et de son bilan par l'équipe de direction, l'activité de chacun des 4 axes de recherche de l'Unité a fait l'objet d'une description d'ensemble suivie d'un exposé sur un sujet marquant. Chacune de ces présentations a été suivie de questions des membres du comité. Une visite de plus de deux heures a donné au comité un bon aperçu des différentes activités expérimentales du laboratoire. La journée du 6 Janvier a été conclue par une réunion à huis-clos du comité qui a permis de faire un premier bilan et de dégager plusieurs questions. La seconde journée a commencé par la présentation du projet du laboratoire par la nouvelle équipe de direction suivie de questions puis par une succession de réunions avec les représentants des diverses catégories de personnels (chercheurs et enseignants-chercheurs, ITA et ITARF, Doctorants). Une réunion à huis-clos avec les représentants des tutelles (Universités de Provence et de la Méditerranée, CNRS) a été suivie d'une dernière discussion avec l'équipe de direction avant la réunion finale de préparation du rapport du comité.

La visite a été bien organisée et s'est déroulée dans de très bonnes conditions. L'accueil des membres du laboratoire a été excellent et des bonnes possibilités d'interaction avec eux ont été ménagées.

Les documents fournis sont de bonne qualité (des tirages des transparents de chaque présentation ont été judicieusement remis aux membres du comité ainsi que les fichiers pdf correspondants). Deux fiches de membres du laboratoire étaient cependant manquantes, quelques erreurs sur la liste de publications sont apparues ainsi que quelques contradictions entre certaines informations apparaissant en plusieurs endroits. Le comité aurait aussi souhaité des informations chiffrées sur les publications effectuées avec les doctorants, les post-doctorants et les visiteurs. Enfin, quelques informations synthétiques utiles étaient absentes dans les tableaux du bilan et du projet (axe d'appartenance des personnels, publications majeures...)

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Le Laboratoire IUSTI, créé en 1985 est, depuis la création en 2000 de l'école Polytech'Marseille, associé à son département Mécanique et Energétique. Après l'arrivée, il y a une dizaine d'années, d'équipes travaillant sur les écoulements divisés et les écoulements supersoniques, une équipe d'une dizaine de personnes de l'Université de la Méditerranée travaillant sur les « risques et transferts » a été accueillie en 2008.»

La construction, terminée en Juin 2008, d'une plateforme de grosses installations expérimentales a permis de compléter l'implantation, entamée en 1996, de l'ensemble des activités sur le site de Château Gombert.

L'activité de l'IUSTI a 4 axes principaux, regroupant différents groupes ou équipes : physique du transfert (transferts de chaleur et de masse, instabilités thermo-convectives et systèmes dynamiques) ; écoulements à grande vitesse (simulation, modélisation et analyse de systèmes hétérogènes), écoulements turbulents supersoniques, dynamique et thermophysique des fluides) ; combustion et risques (dynamique des feux, risques et transferts) ; milieux divisés et fluides complexes.

- Equipe de Direction :

- Période 2006-2007 : M. Roger MARTIN (Directeur) et M. Lounès Tadrist (Directeur Adjoint)
- Période 2008-2011 : M. Lounès Tadrist (Directeur) et Mme. Elizabeth Guazzelli (Directrice Adjointe)
- Proposition pour la période 2012-2016 : M. Lounès TADRIST (Directeur), M. Lazhar HOUAS (Directeur Adjoint).



- Effectifs de l'unité (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|---|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 53 | 51 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 14 | 13 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 14 | 13 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 23,1 | 23,1 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 0 | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 30 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 37 | 36 |

2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

- Activité de recherche du laboratoire globalement de grande qualité et bien reconnue nationalement et internationalement avec un bon équilibre entre les volets fondamentaux et appliqués et plusieurs domaines phares.
- Evolution très favorable de la structuration scientifique du laboratoire sur la période 2006-2010 à partir d'une organisation historique de départ. Cette évolution a très bien accompagné un renouvellement important du personnel de l'unité.
- Projet et perspectives scientifiques de qualité.
- La constitution d'une fédération de Mécanique énergétique maintenant l'identité des différents laboratoires offre de très bonnes possibilités d'ouverture et de développement de synergies.
- Très bonne dynamique de laboratoire dans la stratégie scientifique comme dans le fonctionnement quotidien.

- Points forts et opportunités :

- Recherches du laboratoire incontournables dans plusieurs domaines phares avec un fort taux de publications de haut niveau et une grande visibilité internationale marquée par des distinctions scientifiques importantes.
- Rôle scientifique et disponibilité de moyens expérimentaux importants dans plusieurs domaines de recherches intéressants et riches d'applications peu représentés en France (par exemple tubes à choc, soufflerie supersonique, tunnel à feux, lit fluidisé circulant). Ces moyens ont été récemment regroupés sous la forme d'une plateforme expérimentale.
- Bonne activité de valorisation menant à la création de plusieurs entreprises.
- Bonne symbiose avec des établissements d'enseignement.
- Environnement scientifique favorable.



- Points à améliorer et risques :

- Certains thèmes de recherches importants pour le laboratoire risquent de devenir sous-critiques (par exemple écoulements supersoniques et dynamique des feux).
- Des risques ponctuels de dispersion existent dans quelques domaines (en particulier en ce qui concerne le développement d'activités sur le transport de polluants ou le génie civil).
- L'activité transversale « biomécanique » est intéressante et motivante mais devra être précisée en particulier dans le cadre de la création de la fédération.
- Le départ prévu d'une gestionnaire représente un problème important pour l'unité et son remplacement doit être préparé.

- Recommandations:

- Affiner la réflexion sur le mode de fonctionnement, la définition des activités transversales et leur adaptation aux moyens engagés.
- La fédération de Mécanique devra présenter rapidement des actions de recherche communes entre les laboratoires et bien identifiées
- Certains redéploiements entre équipes sont souhaitables pour assurer une meilleure consolidation des moyens (par exemple, pour l'axe combustion et risques, à la fois à l'intérieur de l'axe et vers les autres).
- Réduire encore la variabilité de l'activité de publication.
- Poursuivre la politique de valorisation pour arriver au niveau de brevets que permet la potentialité de l'Unité et ses résultats de recherches et renforcer les relations avec les PME-PMI.

- Données de production :

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

| | |
|---|------|
| A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet | 59 |
| A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet | 9 |
| A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$ | 0,92 |
| A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité) | 7 |
| A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité) | 41 |

3 • Appréciations détaillées

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le bilan de publications de l'unité est très bon avec un nombre important d'articles dans des revues internationales de haut niveau (JFM, Shock Waves, Journal of Computational Physics, Physics of Fluids, Nature, PRL, IJHMT...). Il faudra cependant réduire la variation d'un groupe à l'autre de la quantité des publications et du niveau des journaux en insistant sur l'aspect qualitatif. Le nombre de thèses est également important (49), mais, là encore un peu inégalement réparti.



Les ressources propres du laboratoire sont importantes (1850 k€ annuels) et confirment son dynamisme et sa qualité; elles viennent surtout d'établissements publics, de collectivités territoriales et de l'Union Européenne ; on note en particulier des succès importants sur les appels d'offre ANR. La spécificité et la qualité des recherches de plusieurs groupes du laboratoire permettent aussi des relations suivies avec le CNES et l'ESA ainsi qu'avec des grands projets comme ITER. Un effort supplémentaire vers les industriels, en particulier PME-PMI, serait cependant souhaitable sans, toutefois, sacrifier les objectifs de qualité scientifiques (même compte tenu de la diminution des investissements industriels directs dans la recherche).

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Des membres du laboratoire ont reçu des distinctions importantes au niveau national et international: Fellows de l'APS et d'Euromech, Prix Science et Défense, Edmond Brun (Académie des Sciences), de l'Innovation Scientifique, de la Société Française de Pyrotechnie, éditeur (trice)s de journaux (dont le Journal of Fluid Mechanics). De nombreuses conférences invitées (43), dont un certain nombre de conférences plénières, ont été présentées pendant la période de référence, pour une bonne part dans des rencontres internationales.

Un nombre significatif de doctorants vient d'autres régions ou pays avec quelques thèses en cotutelle. Plusieurs doctorants bénéficient par ailleurs d'allocations couplées de type AMN ou AMX. Le bon niveau des doctorants est attesté par un bilan de placement satisfaisant après la thèse. Des scientifiques étrangers de très haut niveau viennent au laboratoire comme professeurs invités ou dans le cadre de programmes PICS ou similaires.

Les ressources propres du laboratoire sont importantes (7,8 M€ sur la période de référence) et résultent pour une bonne part de réponses à des appels d'offre régionaux, nationaux et européens. Le laboratoire participe également à plusieurs pôles de compétitivité (CAPENEGIES, RISQUES, PEGASE, MER, POPSUD-OPTITEC).

Le laboratoire est largement impliqué dans des programmes nationaux de type GDR et internationaux tels que ARCUS (Amérique latine) ou CEFIPRA ; le laboratoire est également très impliqué dans des actions avec des pays méditerranéens. Des PICS CNRS ont en particulier été mis en place avec des laboratoires étrangers.

Outre ses relations avec des grands groupes et des PMI, l'IUSTI a été partenaire de plusieurs projets de création d'entreprises (Uratek, Vigicapt, RS2N et Serimed) accompagnés par l'Incubateur Inter-universitaire Impulse. L'activité de ces entreprises porte en particulier sur la modélisation numérique, l'ingénierie scientifique et le traitement d'images avec des applications telles que la vigilance et la détection des incendies de forêt. Une startup (Solaire 2G) est également issue du laboratoire et un contrat de licence suivant un dépôt de logiciel a été obtenu. Un laboratoire commun a été créé avec l'IRSN ainsi que la plateforme partenariale COPERNIC sur les risques d'incendie.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'unité:**

La direction de l'Unité a très bien géré au cours des 4 dernières années un renouvellement important du personnel (30%) et l'arrivée d'un nouveau groupe de 10 personnes. L'organisation du laboratoire, qui reflétait au départ l'historique de celui-ci, a été reconfigurée en 4 axes avec une consolidation de certaines activités. Une mutualisation des moyens a également été entamée. L'ensemble des grandes installations expérimentales du laboratoire a enfin été regroupé sur un seul site en 2008. Une augmentation nette du nombre de docteurs et de publications a été observée.

Le conseil de Laboratoire est réuni fréquemment (8 fois par an). Un séminaire commun avec un laboratoire voisin (l'IRPHE) a d'ores et déjà été mis en place ainsi qu'une journée annuelle du laboratoire. L'ambiance du laboratoire est bonne et le comité n'a pas noté de problèmes majeurs dans la vie de l'unité au cours de notre visite. Des doléances sur le faible nombre de postes de professeurs invités et, surtout, de postes de moniteurs ainsi que sur la gestion des crédits et contrats par l'Université de Provence et l'ANR ont cependant été transmises par les membres et les doctorants et nous semblent pleinement justifiées. Les doctorants souhaiteraient aussi que des occasions de se connaître leur soient données très tôt pendant leur thèse.

Sur le plan de la diffusion scientifique la participation du laboratoire prend la forme d'opérations de type fête de la science et journées portes ouvertes et des articles sur des sujets d'intérêt sociétal ont été publiés dans la presse grand public ou plus spécialisée.



Les membres de l'Unité sont très impliqués dans l'enseignement, à commencer par le département Mécanique et Energétique de Polytech'Marseille mais aussi dans d'autres structures de plusieurs universités (incluant un IUT) ainsi que dans la gestion des établissements (direction de Polytech'Marseille, de deux de ses départements et d'une école doctorale, vice-présidence du conseil d'administration de l'Université de Provence).

Au niveau régional, l'IUSTI a créé un laboratoire commun avec l'IRSN et participe à l'Institut Carnot Star. Le laboratoire participe également activement à la mise sur pied d'une fédération de laboratoires de mécanique et d'un LABEX regroupant une partie des équipes des mêmes laboratoires.

- **Appréciation sur le projet :**

Le comité donne un avis favorable sur le projet dans son ensemble mais il sera souhaitable d'affiner le projet de création d'activités transverses.

L'activité « diagnostics optiques » peut faciliter une mutation du savoir-faire mais correspond elle à une problématique scientifique ?

L'activité transverse génie civil paraît actuellement sous critique, compte tenu notamment de la charge représentée par le démarrage de la formation Génie Civil à Polytech ; il ne paraît pas opportun de démarrer sur ce sujet des recherches directement applicables, d'ailleurs déjà présentes dans de nombreux laboratoires disposant de liens de longue date avec l'industrie. Par contre, le développement, à partir de l'expertise acquise (milieux divisés par exemple), de recherches de base susceptibles d'intéresser ultérieurement le génie civil sera justifié.

La biomécanique est en plein développement dans de nombreux laboratoires et des travaux originaux ont été démarrés à l'IUSTI : il sera là encore important de réduire la dispersion et de se concentrer sur des sujets à fort contenu physique et mécanique et tirant bien parti des expertises acquises. Cette activité pourra être un thème fort dans la nouvelle fédération

La poursuite de la politique de mutualisation des moyens est globalement encouragée.

La fédération de laboratoires de mécanique en cours de mise sur pied constitue une très bonne opportunité d'ouverture et de développement de synergies pour plusieurs groupes. Il sera important de préciser dès que possible les thèmes sur lesquels la coopération pourra s'amorcer. Cette fédération ne semble pas devoir, pour l'instant, déboucher sur une association plus étroite entre les laboratoires.



4 • Analyse par axe et/ou par projet

4.1 – Axe « Physique des transferts »

- Equipe Transferts de Chaleur et de Masse (TCM) - responsable : M. Christophe LE NILIOT
- Equipe Instabilités thermo-Convectives et Systèmes Dynamiques (ICSD) - responsable : M. Marc MEDALE

- Effectifs de l'axe (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|--|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 19 | 18 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 3 | 3 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 7 | 4 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 1 | 1 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 17 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 11 | 10 |

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'axe Physique des Transferts se positionne scientifiquement sur les transferts dans des milieux principalement hétérogènes : milieux diphasiques liquide-vapeur, gaz-solide, liquide/solide, milieux poreux... Les méthodologies développées sont à la fois expérimentales, basées sur de la modélisation des phénomènes physiques observés, et numériques.

L'activité sur les changements de phase liquide-vapeur et interface a été renforcée ces dernières années par le recrutement de 2 maîtres de conférences. L'originalité des travaux menés repose sur une approche multi-échelles de l'étude des phénomènes de transfert, à l'échelle de la ligne triple, d'une bulle, d'une goutte ou d'un écoulement diphasique. Des travaux tout à fait originaux ont été menés par cette équipe, en particulier sur l'impact de la microgravité sur les transferts dans les écoulements diphasique ou sur l'évaporation de gouttes.

Des travaux sur les écoulements gaz-particules sont menés depuis de nombreuses années à l'IUSTI. Le laboratoire possède des installations expérimentales de grande taille pour ces études. Des résultats récents ont été obtenus sur le couplage acoustique entre un lit fluidisé et son système d'injection ainsi que sur l'effet du changement d'échelle (maquette-dispositif industriel) sur le couplage. Un Chargé de Recherche CNRS a été recruté en 2007 : il développe une thématique prometteuse sur l'irréversibilité dans les transferts de chaleur et de masse dans les suspensions de particules cisailées, avec des expériences originales.

Des travaux importants ont également été réalisés sur les milieux hétérogènes consolidés. Grâce au développement d'outils de caractérisation de la morphologie de matériaux poreux à partir d'images 3D, des corrélations entre la morphologie du matériau poreux et ses propriétés de transports ont pu être établies.



Une technique de fluorescence induite par laser a été mise au point pour cartographier les champs de température dans le cas de la convection mixte. Sur le plan numérique, une méthode de continuation a permis de déterminer précisément les seuils et points de bifurcation pour les instabilités thermo-convectives.

Des travaux importants ont été réalisés sur le développement de diagnostics optiques des milieux multiphasiques. D'importantes collaborations ont été établies dans le domaine nucléaire et au sein de la fédération de recherche « Fusion par Confinement Magnétique ». Cette activité de recherche très dynamique a été menée par un Directeur de Recherche seul, jusqu'en 2009, date à laquelle un Maître de conférences a été recruté.

La maîtrise de l'approche inverse, associant mesures thermiques et modélisation, a permis de caractériser des propriétés thermophysiques de matériaux, de mesurer des coefficients d'échange ou de quantifier des sources de chaleur. Dans le domaine de la fusion nucléaire, les méthodes développées au laboratoire sont utilisées pour estimer les cartes de densité de flux de chaleur dans un Tokamak à partir de mesures par thermographie infrarouge. Ces travaux sont également menés dans le cadre de la fédération de recherche « Fusion par Confinement Magnétique » et du laboratoire commun ETIC (IRSN/DPAM-IUSTI/CNRS).

Que ce soit sur les diagnostics optiques des milieux diphasiques ou sur la caractérisation des propriétés thermophysiques, les équipes de l'IUSTI jouent un rôle de premier plan aux niveaux français et international.

Une activité de recherche sur la thermodynamique des liquides à haute température est menée par une Directrice de Recherche CNRS Emérite. Il s'agit d'une activité historique du laboratoire mais qui n'a pas bénéficié du soutien qui aurait permis d'assurer sa pérennité. Néanmoins le bilan de l'activité sur la période a été très important (47 ACL, 8 conférences invités, 3 ouvrages).

La production scientifique de l'axe de recherche s'élève à 128 Articles dans des journaux à Comité de Lectures, 105 actes de conférences internationales, 8 conférences invitées et 7 chapitres d'ouvrage. Sur les 21 EC et C ayant rempli une fiche d'activité, seul un maître de conférence est non publiant au regard des critères de l'AERES (1ACL, 1ACTI) et 1 professeur est produisant (non publiant mais Directeur de l'IUSTI sur la période). En comptant toutes les publications, le taux de publication dans les ACL est $128/21/4.5=1.35$ ACL par EC ou C par an. Si on met à part la thématique sur les sels fondus, le ratio est à 0.9 ACL par EC ou C par an. Il s'agit d'un bon taux de publication pour la thématique de recherche. Les publications sont présentes dans un grand nombre de journaux différents, la plupart de bon ou très bon niveau (Physics of Fluids, JFM, Applied Optics, Experiments in Fluids, J. Nucl. Mater, J. Theor. Appl. Mech., J. Molt Liq., Int. J. Computational Methods...). Sur la période 23 thèses ont été soutenues. Hormis 4 thèses extérieures au laboratoire, les thèses donnent lieu à au moins un ACL. L'insertion professionnelle des docteurs est bonne.

Ressources contractuelles : La majorité des ressources contractuelles de l'axe est d'origine publique. 55% du financement vient de la participation à 5 contrats ANR et de subventions du CNES. 32% du financement vient de programmes européens, ce qui témoigne de la bonne intégration des activités de recherche au niveau européen, 11% de PME et 2% de grands groupes ou organismes (CEA, IRSN, AREVA, Saint Gobain, CIAT, CILAS). Il y a une volonté de l'axe de recherche de développer la part des financements industriels en provenance des PME. Cette démarche devrait être facilitée par l'implication du laboratoire dans l'Institut Carnot STAR et dans les pôles de compétitivité. La pérennité d'une partie des ressources contractuelles est assurée par les actions de recherche entreprises dans le cadre du laboratoire commun ETIC, de la fédération de Recherche sur la fusion par compensation magnétique, ainsi que les programmes de recherche CNES et ESA.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'axe de recherches dans son environnement :**

Sur le plan national, l'axe physique des transferts participe à 3 groupements de recherche CNRS, à 5 ANR en collaborations avec d'autres laboratoires. Il a pris l'initiative d'organiser ou co-organiser 2 Ecoles thématique du CNRS, le congrès français de thermique en 2007 et 2 journées SFT.

L'axe participe à un laboratoire de recherche commun ETIC (IRSN/DPAM-CNRS/IUSTI) et est intégré à la Fédération de Recherche sur les phénomènes de fusion par confinement magnétique.

Au plan local, les activités de recherche sont menées au sein de l'institut Carnot STAR, en collaboration avec les laboratoires marseillais dans la fédération Mécanique Énergétique, au sein des pôles de compétitivité (CAPENERGIES).



Au plan international, les chercheurs et enseignants chercheurs de l'axe sont reconnus avec 7 présentations sur invitation dans des conférences internationales, l'édition d'une revue (dans le domaine des sels fondus), 1 prix de thèse Euromech, 1 prix de meilleur article (J. Porous Media).

De fortes coopérations internationales universitaires existent avec la Chine, l'Australie (Queensland, Inst. Tech.), la Pologne (Wroclaw), la Bulgarie, la Suède (Chalmers U.), le Maroc (Tanger), les USA (U. Floride, NYU), plusieurs laboratoires européens à travers les programmes ESA, des PAI existent avec la Slovaquie et l'Ukraine.

Les effectifs de l'axe ont été fortement renouvelés, avec le recrutement de 4 MCF et 1 CR sur la période 2007-2009, ce qui a bien permis de renforcer les activités concernées (changement de phase, diagnostics optiques et transferts dans les suspensions). 2 recrutements ont concerné des personnes ayant fait leur thèse à l'IUSTI.

Notons également que l'axe Physique des Transferts a fourni 2 directeurs successifs à l'IUSTI avant 2008 puis de 2008 à 2010.

• Appréciation sur le projet :

L'axe *Physique des Transferts* constituera un des 4 axes de recherche du laboratoire. Il est centré sur la thématique des transferts de chaleur et de masse dans les milieux hétérogènes et aux interfaces.

Le projet se situe principalement dans la continuité des actions de recherche existantes, et s'articule autour de 2 thèmes :

- la caractérisation et l'intensification des mécanismes de transfert
- les diagnostics thermophysiques, optiques et morphologiques

Une importante structuration de l'axe avait été effectuée dans le quadriennal précédent. Certaines actions de recherche ont été développées et consolidées par le recrutement de maîtres de conférences et d'un chargé de recherche. Le projet proposé ne présente donc pas réellement de prise de risque, ce qui peut se comprendre vu la diversité des thématiques abordées par l'axe.

Par rapport aux actions menées précédemment, on peut noter deux nouvelles opérations de recherche :

- les instabilités thermo-convectives en fluides complexes non-newtoniens : évaporation de gouttes de sang, caractérisation de nano fluides.
- l'intensification des échanges par modification de la géométrie, ou de la structure d'une surface (effets de mouillabilité, micro nano structurations)

Ces opérations se situent dans le prolongement des actions précédentes et font appel à des savoir-faire du groupe.

L'activité de l'axe est bien équilibrée entre activités expérimentale, théorique et de simulation numérique. Quelques actions communes existent avec d'autres axes, mais pourraient être renforcées comme, par exemple, la simulation numérique des écoulements liquide-vapeur avec l'axe « Ecoulements compressibles, ondes de chocs et Interfaces ». Le financement des activités est assuré au moins à court et moyen termes par des financements publics (ANR) et privés (grands groupes et PME) et par la pérennisation des activités de recherche sur les diagnostics thermophysiques, et optiques à travers la FR sur la fusion par confinement magnétique, le laboratoire commun ETIC et le projet ITER.

• Conclusion :

- Avis global sur l'axe « Physique des Transferts » :

Les chercheurs de l'axe conduisent des activités de recherche de qualité, reconnues nationalement et sur le plan européen sur les transferts dans les milieux hétérogènes.



– Points forts et opportunités :

L'axe dispose de moyens expérimentaux très importants et d'une expertise de premier plan sur les diagnostics optiques. Des outils de simulation numériques sont également développés dans l'axe ou en collaboration avec d'autres axes ou laboratoires marseillais.

L'axe a réussi à renforcer certaines activités par des recrutements de chercheurs et d'enseignants chercheurs de qualité sur le dernier quadriennal. Il joue également un rôle fédérateur pour une bonne partie de l'IUSTI.

– Points à améliorer et risques :

L'effort entrepris de réduction de la dispersion des thématiques de recherche doit être poursuivi.

Le positionnement de certaines activités de recherche par rapport aux axes transverses n'est pas toujours clair. Si la création d'un axe transverse sur les diagnostics optiques semble pertinente pour mutualiser les savoir-faire, la problématique scientifique de l'activité transverse biomécanique devra être précisée.

– Recommandations :

Renforcer les actions de collaboration avec les autres axes de recherche.

4.2 – Axe « Ecoulements compressibles, Ondes de choc et Interfaces »

- Equipe Simulation, Modélisation et Analyse de Systèmes Hétérogènes (SMASH) - responsable : M. R. SAUREL

- Equipe Ecoulements Supersoniques (ES) - responsable: M. J.-P. DUSSAUGE

- Equipe Dynamique et Thermophysique des Fluides (DTF) - responsable: M. L. HOUAS

• Effectifs de l'axe (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|--|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 18,5 | 18,5 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 6 | 6 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 4 | 2 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 2 | 2 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 0 | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 16 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 13 | 13 |

• Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le groupe SMASH (Simulation Modélisation Analyse de Systèmes Hétérogènes : 8 Enseignants Chercheurs et 1 Chercheur) a une activité principalement tournée vers la résolution numérique des problèmes liés aux écoulements hétérogènes comportant des discontinuités de type onde de choc ou front de transition solide - gaz ou liquide - gaz. L'unité du groupe est donc plutôt faite autour des méthodes numériques développées et utilisées. On citera par exemple des résultats marquants sur la structure et la dynamique des détonations diphasiques obtenus par étude



numérique des détonations dans des milieux hétérogènes en liaison avec expériences réalisées en Russie. Il s'agit là d'une avancée théorique importante pour la compréhension et la simulation du phénomène de détonation dans des conditions d'intérêt pratique.

Les développements portent à la fois sur la modélisation physique, avec des développements originaux sur le formalisme et sur l'élaboration de schémas numériques pour la résolution de ces modèles, basés sur des schémas hyperboliques adaptés aux problèmes raides. L'aspect parallélisation massive est pris en compte. L'une des questions qui pourrait se poser est le traitement de la turbulence fluide, qui, outre l'incorporation des termes dissipatifs et la perte d'hyperbolicité stricte, pose des exigences de faible diffusion numérique difficilement conciliables avec la raideur des problèmes traités.

La production du groupe est de grande qualité avec environ 35 articles ACL sur la période 2006-2010, dans des revues de référence telles que *Shock Waves*, *Journal of Fluid Mechanics*, *Journal of Computational Physics*, ..., soit environ 0.9 article ACL par permanent et par an.

L'équipe ES (Ecoulements Supersoniques : 2 Chercheurs, 1 Enseignant Chercheur et 1 AI) est constituée autour d'une soufflerie supersonique basse pression unique dans sa catégorie, ayant notamment permis des études fines des interactions entre une onde choc et une couche limite turbulente ; ces études ont été complétées par un volet Simulation des Grandes Echelles animé par un MC recruté en 2008 travaillant en collaboration avec l'ONERA. Comme point marquant récent, on notera la proposition et la validation d'un mécanisme conceptuel expliquant l'écart de fréquence entre les battements du choc et les fréquences mises en jeu par la turbulence : ce phénomène limitant pour le transport aéronautique et spatial (tremblement transsonique sur voilure, décollements de jets dans les tuyères de lanceurs spatiaux) est resté largement inexplicé malgré les efforts persistants de la communauté aérodynamicienne.

La production de cette équipe est également de grande qualité, avec environ 12 articles ACL sur la période 2006-2009 (dont 3 J. Fluid Mech.), soit environ 0.75 article ACL par permanent, auquel s'ajoute la deuxième édition de l'un des deux ouvrages de référence existants internationalement dans la discipline.

L'équipe DTF (Dynamique et Thermophysique des Fluides : 2 Chercheurs, 9,5 Enseignants Chercheurs et 1 IR HDR), issue du regroupement de 2 équipes en 2008, développe des activités théoriques, expérimentales et numériques articulées autour de 7 thèmes principaux, parmi lesquels on distingue notamment :

- les activités expérimentales autour d'une batterie de six tubes à chocs avec diagnostics ultra-rapides permettant d'aborder diverses interactions ondes de choc / milieux complexes (avec interfaces gaz/gaz, gaz/liquide, gaz/solide), allant de l'instabilité de Richtmyer-Meshkov en gaz/gaz la plus fondamentale aux diverses techniques d'atténuation de chocs résultant d'explosions, avec un fort soutien institutionnel (DGA, CEA, CNES) et industriel (AIRBUS).

- une ouverture vers la micro-fluidique et les milieux poreux des compétences en modélisation, par théorie cinétique des gaz ou numérique (méthodes de Monte Carlo, que l'équipe reste pratiquement la seule à développer en France, schémas cinétiques), acquises ultérieurement dans un contexte hypersonique. On note de plus une forte activité de mesure des coefficients d'accommodation en micro-fluidique gazeuse, ayant débouché sur 8 publications internationales sur la période.

La production globale du groupe est de 28 articles ACL sur la période 2006-2010, soit un taux d'environ 0.51 article ACL par permanent, dans des revues de très bonne facture (notamment 5 Phys. Fluids et 1 J. Fluid Mech.)

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

L'équipe SMASH est très reconnue internationalement et nationalement, avec deux membres du comité éditorial de revues internationales (*Continuum Mechanics and Thermodynamics*, et *Progress in Computational Fluid Dynamics*, créée en 2001), l'un ayant été membre de l'IUF (de 2002 à 2007) et titulaire du Prix Science et Défense 2006, avec une forte activité d'expertise (CNES, EPC, CEA/DAM, SNECMA) et au sein de l'Association Française de Pyrotechnie. Elle s'est renforcée par deux recrutements de jeunes chercheurs en 2009 (un lauréat d'un Prix de l'AFP et une chaire CNES). Elle développe des collaborations avec 3 chercheurs de 2 laboratoires de Novosibirsk (dont S.K. Godunov) et s'implique fortement dans les actions de valorisation du site, notamment via la société de transfert RS2N



(créée en 2004), qui gère environ 3M€ de contrats (DGA, CEA, AIRBUS, CNES, SNECMA, Idaho National Lab. (USA) et ADD (Corée du Sud), sur des thèmes liés à la propulsion spatiale et aux risques d'explosions.

L'équipe ES est également très visible au niveau international et européen, entretenant des collaborations étroites avec les Universités de Princeton (1 ouvrage en commun), Delft (une co-tutelle de thèse), Southampton et Novossibirsk (ITAM, avec 1 accueil de chercheur invité). Elle a impulsé le montage de l'un des seuls programmes européens traitant spécifiquement de l'instationnarité des ondes de choc (UFAST), et joue un rôle moteur dans l'animation de cette thématique, et plus généralement, de la turbulence compressible (Ecole thématique CNRS / ERCOFTAC, organisée en alternance avec Poitiers, 1 Workshop international, des présidences de sessions et conférences invitées à d'importants congrès, édition d'un numéro spécial de l'International Journal of Shock Waves). Elle exerce des activités d'expertise et de conseil scientifique pour le CNES et l'ONERA (dont elle a recruté un ancien doctorant, en 2008). L'un de ses doctorants a obtenu un prix. D'autre part, un ingénieur CNES/ESA confirmé a souhaité effectuer une thèse et a sollicité cette équipe pour l'encadrer. La reconnaissance de la qualité des travaux de l'équipe ES lui a permis d'obtenir l'important soutien financier nécessaire à la jouvence et au déménagement de ses installations sur la nouvelle plateforme du laboratoire.

L'équipe DTF compte un membre du comité éditorial de 2 revues internationales (*International Journal of Shock Waves*, et *Progress in Computational Fluid Mechanics*) et 2 membres du comité scientifique des 2 congrès majeurs, respectivement des ondes de choc et du mélange turbulent (ISSW et IWPCTM). Elle a développé un large réseau de collaborations internationales (Russie: VNIIEF (E. Meshkov, à Sarov); Etats Unis (U. Arizona), Israël (DEM, Beer Sheva); Brésil (U. Federal do Parana), Canada (U. Sherbrooke), Cameroun (U. Yaoundé), dont 8 valorisées par des publications en commun, et a accueilli 4 chercheurs invités (1 des USA, 2 d'Israël, 1 du Cameroun). Au niveau national, elle est en partenariat avec le CEA/DAM, la DGA, Airbus, l'IFP, l'ONERA et les laboratoires universitaires qui partagent ses thèmes de recherche.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet vise à la continuation de l'effort de regroupement thématique entrepris, avec un renforcement des actions structurantes, notamment entre SMASH et DTF. Ces équipes se sont positionnées sur des thématiques bien visibles et pertinentes, avec une originalité et prise de risques bien mesurées. Les risques de sous-criticité à terme de l'équipe ES ont été identifiés, et une politique de recrutement a été mise en place pour y faire face (dont un recrutement de MC la rentrée prochaine).

La marge de manœuvre de DTF, dont les installations sont fortement tributaires des partenariats avec les grands centres, apparaît moins propice à des évolutions souhaitables des thèmes de recherche, en particulier vers des études non linéaires plus poussées. Cela est en partie tempéré par l'évolution des compétences théoriques de l'hypersonique vers la microfluidique.

- **Conclusion :**

- Avis global sur l'équipe :

L'axe conduit des activités de qualité, et internationalement incontournables dans le domaine des ondes de choc, de l'instationnarité et du mélange induit, ainsi que dans le domaine de la modélisation et la capture numérique des interfaces diffuses.

La forte implication des chercheurs et enseignants-chercheurs dans les activités d'enseignement et leur direction a également été remarquée.

- Points forts et opportunités :

L'axe bénéficie d'un triple angle d'attaque théorique/expérimental/ numérique, et d'une expertise forte dans chacun de ces domaines. Un important effort de regroupement a été effectué. Un potentiel supplémentaire semble exister au niveau de l'axe, du laboratoire, de la fédération, et à un horizon plus large (turbulence, interfaces, simulations numériques).



– Recommandations :

Il serait souhaitable que les études sur les écoulements réactifs avec chocs et/ou détonation effectuée dans l'équipe SMASH soient faites davantage en relation avec les autres groupes de la petite communauté universitaire française travaillant sur le sujet (études expérimentales et numériques à l'Institut Pprime de Poitiers, études expérimentales au laboratoire ICARE d'Orléans).

L'équipe ES travaille sur une thématique ciblée représentant une expertise précieuse au niveau national et international, qu'il convient de préserver dans le cadre du projet (2 départs en retraite prévus sous peu, après une forte mobilisation par le déménagement de la soufflerie sur la plateforme du laboratoire), en renforçant dans la mesure du possible les liens avec les autres laboratoires impliqués dans cette spécialité. Dans tous les cas, il est crucial que cette équipe conserve son personnel technique.

L'équipe DTF est encouragée à poursuivre son effort de regroupement thématique et à renforcer son taux de publication.

4.3 – Axe « Combustion et risques »

- Equipe Dynamique des Feux - responsable : M. B. PORTERIE

- Equipe Risques et transferts - responsable : M. O. VAUQUELIN

- Effectifs de l'axe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

Cet axe comprend, de fait, deux équipes distinctes, Dynamique des feux et risques et transferts.

La première (5,5 enseignants chercheurs) a une activité expérimentale et de modélisation liée aux problèmes de propagation des flammes d'incendies et au comportement des matériaux qui s'enflamment. La seconde (11 enseignants chercheurs) s'intéresse davantage aux conséquences de la combustion en milieu non confiné: panaches thermiques, aérodynamique des fumées et dispersion des polluants formés lors de la combustion.

Par ailleurs, l'équipe risques et transferts a développé une activité dans le domaine de la dispersion des polluants en milieu marin, et conserve une activité sur le traitement des matériaux par Laser. Ces deux équipes ne publient pas ensemble.

– Equipe Dynamique des feux :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|--|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs | 4,5 | 4,5 |
| N2 : Nombre de chercheurs CNRS | 0 | 0 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 1 | 1 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | | |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 4 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 4 | 4 |



– Equipe Risques et transferts :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|--|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs | 9 | 8 |
| N2 : Nombre de chercheurs CNRS | 0 | 0 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 2 | 1 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 2 | 2 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 4 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 7 | 7 |

• **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

L'équipe Dynamique des Feux comprend 5,5 enseignants chercheurs et rassemble les activités de l'IUSTI dans principalement deux domaines : étude expérimentale du comportement des matériaux combustibles, propriétés de pyrolyse et d'inflammation, et modélisation et simulation numérique de la propagation des feux. Il s'agit d'une activité originale, et grâce à elle l'IUSTI joue un rôle important au sein de la communauté des chercheurs en combustion ; l'objet scientifique étudié est très complexe car impliquant un ensemble d'interactions entre de nombreux phénomènes : pyrolyse et dégagement de chaleur, écoulements turbulents diphasiques ou triphasiques réactifs, rayonnement. Les objectifs sont ambitieux : prévoir les propriétés de propagation ou d'extinction d'un incendie de végétation, et l'intérêt pratique de ces recherches évidentes. Ces recherches sont par ailleurs faites dans le cadre d'un ensemble de collaborations avec des universités étrangères et organismes nationaux (on note 10 publications à comité de lecture communes avec deux universités étrangères). Les publications sont faites dans des revues de référence, on en décompte 25 sur la période 2006-2010 faites par les membres du groupe, soit environ 1 publication par an et par enseignant chercheur. On note toutefois que cette production est de fait celle des 4,5 « publiants » de l'équipe.

L'activité de l'équipe Risques et Transferts concerne deux domaines différents : d'une part des études expérimentales et numériques sur les transferts thermique et de masse et la convection dans les écoulements induits par la combustion, incendies ou combustion industrielle, et, d'autre part, des travaux sur l'interaction Laser - matériaux solides. Ce dernier thème ne concerne que peu de chercheurs du groupe (environ 2) et peu de publications. La production scientifique, principalement dans le domaine des transferts, est de qualité, mais modeste au regard du nombre d'enseignants chercheurs de l'équipe. On compte en tout 41 publications ACL sur la période 2006-2010, soit environ 0.8 publications par chercheur et par an. Il faut souligner ici que 2 enseignants chercheurs sont non publiants (pas de publication sur la période), et que deux autres ne sont auteurs que d'une seule publication entre 2006 et 2010.

• **Rayonnement et attractivité**

L'axe Combustion & Risques est bien intégrée dans la communauté nationale via sa participation au GDR « Feux » du CNRS, et au laboratoire ETIC commun avec l'IRSN. Elle joue un rôle certain dans l'animation de la communauté par une bonne participation ou l'organisation de séminaires et journées scientifiques consacrées à la thématique « modélisation des incendies », et par le développement d'un Master2 en Sciences du Feu. En revanche, malgré ses collaborations internationales, en particulier avec l'Université de Californie à Berkeley et l'Université d'Edimbourg avec lesquelles elle publie régulièrement, elle participe peu aux grands colloques internationaux dans le domaine de la combustion.



Il faut regretter que l'activité de l'équipe Risques et Transferts ne soit pas plus coordonnée avec celle sur les incendies du groupe « dynamique des feux », malgré des aspects qui devraient être très complémentaires. Notons aussi que, compte tenu du nombre d'HDR (7), cette équipe a très peu de doctorants (3).

- **Appréciation sur le projet de l'axe:**

Au cours du prochain quadriennal l'Axe Combustion et risques fera partie des quatre grands axes du laboratoire. Il est prévu qu'il continue à être divisé entre deux grands thèmes correspondant aux deux équipes du quadriennal 2006-2009 :

- 1- Incendies
- 2- Ecoulements environnementaux

Le projet de recherche sur les incendies met l'accent sur le laboratoire commun IRSN-IUSTI et la continuité en ce qui concerne la dégradation thermique des matériaux et la simulation numérique de la propagation des feux de végétation. Un point intéressant : ces projets seront tous faits dans le cadre de collaborations explicites avec d'autres organismes ou universités, ce qui semble donner une dynamique au développement de nouvelles activités expérimentales.

En ce qui concerne les recherches sur les aspects environnementaux, les études sur les écoulements et les transferts induits par des phénomènes de combustion apparaissent comme délaissées au profit de nouvelles études sur la dispersion des polluants en mer, dans l'atmosphère, et dans le sol. Cette évolution éloigne les deux équipes qui constituent l'axe en rendant leurs recherches moins complémentaires.

- **Conclusion :**

- Avis global sur l'axe « Combustion et Risques » :

Les chercheurs de l'axe conduisent une activité de recherche de bonne qualité sur la modélisation des incendies de végétation et des phénomènes associés de combustion des solides. Ils jouent un rôle reconnu dans la communauté nationale et ont une visibilité internationale. En ce qui concerne les écoulements environnementaux on distingue difficilement une politique scientifique d'ensemble, mais plus un ensemble d'études répondant à une demande des secteurs aval.

- Points forts et opportunités :

L'axe dispose d'une expertise importante dans la simulation numérique de la propagation d'un incendie de végétation, et, d'une façon générale dans le domaine des mécanismes d'inflammation des solides. Il prévoit par ailleurs de s'équiper en moyens expérimentaux consacrés aux incendies. Le dernier quadriennal a permis à cette équipe de monter en puissance.

- Points à améliorer et risques :

Le positionnement de certaines activités de recherche sur les écoulements environnementaux par rapport à la thématique phare de l'axe (incendies) n'est pas clair. Il semble même que l'on assiste à une séparation encore plus prononcée entre les deux équipes qui constituent l'axe.



4.4 – Axe « milieux divisés »

- Groupe écoulements de particules (GEP) - responsable : M. E. GUAZZELLI.

- Effectifs de l'axe (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

| | Dans le bilan | Dans le projet |
|--|---------------|----------------|
| N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité) | 8 | 10 |
| N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité) | 4 | 5 |
| N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité) | 4 | 0 |
| N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité) | 0 | 0 |
| N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité) | 0 | |
| N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité) | 6 | |
| N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 4 | 4 |

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le groupe Milieux Divisés et fluides complexes a obtenu des résultats scientifiques fondamentaux dont la qualité et l'impact international sont considérables dans deux thèmes « mûrs » aussi intéressants scientifiquement que par leurs applications :

- Suspensions de particules : démonstration et analyse des relations gradients de concentration- fluctuations de vitesses. Démonstration d'effets de structures colonnaires et de streaming dans la sédimentation de fibres. Mise en évidence et simulation des « gouttes de particules »
- Milieux granulaires : établissement et application des lois rhéologiques des écoulements granulaires secs et, dernièrement, des granulaires immergés.

En parallèle, de nouvelles directions de recherche originales sur les fluides complexes et la biomécanique ont été développées : on note en particulier de belles expériences sur le comportement rhéologique à temps court de fluides complexes (sous impact par exemple) et d'autres sur la biomécanique des plantes (en particulier mouvements associés à des effets poroélastiques). Ces dernières recherches ont été inspirées, en partie, par les études sur la pression dans les pores de milieux granulaires.

Le nombre de publications dans des revues à comité de lecture est important (35) soit 1,1 article par membre de l'équipe et par an. Ces articles sont presque tous publiés dans des revues du plus haut niveau mondial (Physics of Fluids, Journal of Fluid Mechanics, Nature, Physical Review Letters). Les doctorants ont un très bon niveau de publication. Le groupe a publié trois articles de revue et un livre sur les milieux granulaires est sous presse.

Le groupe a des coopérations de longue date en France et à l'étranger mais pas nécessairement dans un cadre contractuel.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'axe de recherche dans son environnement :

L'équipe milieux divisés a un grand rayonnement international : elle compte 1 fellow APS, 1 associate editor du Journal of Fluid Mechanics et Annual Review of Fluid Mechanics. On note aussi 14 présentations invitées dans des



grandes conférences internationales dont 5 conférences plénières. Des membres de l'équipe sont enfin membres de panels et comités de plusieurs organisations scientifiques internationales (APS, ESF, ESA, ...).

L'équipe a accueilli des doctorants de très bon niveau (on compte ainsi 4 titulaires d'allocations couplées). Ces doctorants ont souvent ensuite essaimé comme chercheurs ou enseignants chercheurs dans des laboratoires universitaires ou industriels connus (IMFT, IFP). L'équipe a aussi su attirer des doctorants étrangers d'Inde, du Mexique et du Vietnam.

Dans les 4 années récentes, l'équipe a bénéficié de 460 k€ de contrats, essentiellement à travers 4 ANRs dont des membres du groupe sont responsables. Des financements plus modestes sont issus de l'IFP, d'un PEPS CNRS et d'un contrat état-région. Le groupe a enfin des coopérations suivies avec des laboratoires semi industriels (LCPC, IFP, Cemagref) et un contrat avec la société Eurotab.

Le groupe a joué un rôle important dans la création et l'animation du GDR MIDI. Ses membres ont des relations étroites et accueillent comme Professeurs invités des scientifiques de grand renom des Universités de Cambridge (UK, de Harvard, Urbana, CUNY, NYU, University of Florida (USA) ainsi que d'Inde et de Pologne.

On note enfin que des coopérations se sont créées entre cet axe et d'autres chercheurs du laboratoire ou de laboratoires voisins tels que l'IRPHE.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet présenté par le groupe marque une évolution pertinente vers des thèmes nouveaux, tirant cependant bien parti de l'expérience acquise antérieurement. Les orientations vers les suspensions denses, les granulaires immergés et les effets inertiels et turbulents sont ainsi à la fois dans la logique des études antérieures et riches d'applications potentielles.

Le développement de l'activité génie civil devra être envisagé avec prudence en se concentrant sur des sujets, en particulier fondamentaux, où l'expertise du groupe sur les écoulements divisés et les suspensions denses permet des apports originaux (des liens peuvent certainement être trouvés avec les développements envisagés sur les suspensions denses et la liquéfaction). Cette activité devra, de toute manière, se développer au sein de l'axe « milieux divisés ». Il est aussi nécessaire d'éviter des recouvrements avec des recherches poursuivies sur une grande échelle dans d'autres laboratoires bénéficiant souvent de contacts de longue date avec le milieu industriels. Cette prudence s'impose d'autant plus que seul un enseignant chercheur du groupe semble impliqué dans cette activité.

Sur l'activité « biomécanique des plantes », le projet propose des expériences et des approches élégantes et originales qui méritent d'être poursuivies même si un risque de dispersion de l'activité du groupe existe.

- **Conclusion :**

Le groupe Milieux Divisés et fluides effectue une recherche d'excellence incontournable au niveau mondial ; il jouit d'une grande visibilité et reconnaissance aux niveaux national et international, en particulier en ce qui concerne les travaux sur les écoulements granulaires et les suspensions de particules. La grande qualité des membres du groupe (d'ailleurs renforcé par deux nouveaux arrivants) et les fortes interactions entre ces membres sont un atout majeur.

Le projet présente dans l'ensemble des volets originaux et motivants tirant en général bien parti de l'expérience du groupe. Sur le volet « biomécanique des plantes », le point de vue mécanique physique de l'activité devra cependant être gardé à l'esprit, sans s'interdire de réfléchir aux perspectives d'innovation et de valorisation dérivées du bio mimétisme. Par ailleurs, la pertinence du développement d'une activité génie civil n'est pas évidente compte tenu en particulier de la faiblesse des moyens engagés (un seul enseignant chercheur issu du groupe et un venant d'un autre).

L'activité de coopération industrielle pourra être un peu plus développée.

Enfin, la mise sur pied de la fédération de mécanique représente pour le groupe une belle opportunité de coopérations et de synergies qui commencent d'ailleurs à se faire jour aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du laboratoire. Celles ci devront être poursuivies et amplifiées.



Notation

| Intitulé UR / équipe | C1 | C2 | C3 | C4 | Note globale |
|---|----|----|----------|----|--------------|
| IUSTI- Institut Universitaire des systèmes Thermiques Industriels | A+ | A+ | A+ | A | A+ |
| <i>Physique des transferts</i> | A | A+ | Non noté | A+ | A+ |
| <i>Écoulements compressibles, ondes de choc, interfaces</i> | A+ | A+ | Non noté | A | A+ |
| <i>Combustion et risques</i> | A | A | Non noté | B | A |
| <i>Milieux divisés</i> | A+ | A+ | Non noté | A+ | A+ |

C1 - Qualité scientifique et production

C2 - Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 - Gouvernance et vie du laboratoire

C4 - Stratégie et projet scientifique

Statistiques de notes globales par domaines scientifiques

(État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

| Note globale | ST1 | ST2 | ST3 | ST4 | ST5 | ST6 | Total |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| A+ | 6 | 9 | 12 | 8 | 12 | 11 | 58 |
| A | 11 | 17 | 7 | 19 | 11 | 20 | 85 |
| B | 5 | 5 | 4 | 10 | 17 | 8 | 49 |
| C | 2 | 1 | 2 | | | | 5 |
| Total | 24 | 32 | 25 | 37 | 40 | 39 | 197 |
| A+ | 25,0% | 28,1% | 48,0% | 21,6% | 30,0% | 28,2% | 29,4% |
| A | 45,8% | 53,1% | 28,0% | 51,4% | 27,5% | 51,3% | 43,1% |
| B | 20,8% | 15,6% | 16,0% | 27,0% | 42,5% | 20,5% | 24,9% |
| C | 8,3% | 3,1% | 8,0% | | | | 2,5% |
| Total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

ST1 - Mathématiques

ST2 - Physique

ST3 - Sciences de la terre et de l'univers

ST4 - Chimie

ST5 - Sciences pour l'ingénieur

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



Volet Général « IUSTI »

Référence : [S2UR120001586 - IUSTI- Institut Universitaire des systèmes Thermiques Industriels - 0131842G](#)

Préambule : Observation d'Aix-Marseille Université

Rédacteur : Vice Président du Conseil Scientifique de l'Université de Provence, Pr Denis Bertin en qualité de tutelle principale en accord avec l'Université d'Aix-Marseille 2.

Page 6 : Un paragraphe fait état des moyens alloués par l'Université (moniteurs, professeurs invités...) , trop faible ainsi que des doléances sur gestion des contrats.

Il est important de préciser que ceci n'est pas du simple ressort de l'Université de Provence : en effet, la politique recherche mise en place par l'Université de Provence a été une mutualisation des appels d'offres moniteurs, professeurs invités dont les budgets alloués dépendent très majoritairement du contrat quadriennal. En complément, nous avons décidé au sujet de la campagne de professeurs invités de mettre à disposition des laboratoires 72 mois/an ce qui représentent un budget d'environ 250 k€.

Au sujet de la gestion des contrats, l'Université de Provence applique la loi, en particulier la problématique des reports annuels est étudiée en fonction de la nature des contrats (annuels, pluriannuels). Lorsqu'un contrat est pluriannuel les crédits sont reportés. Il faut également noter que l'Université de Provence a créé une Unité Budgétaire Recherche qui a permis la mise en place d'une gestion HT des crédits.

15 AVR. 2011

Pour le Président de l'Université de Provence
Le Vice-Président du Conseil Scientifique

Denis BERTIN



Réponse au rapport du Comité AERES du Laboratoire IUSTI -UMR6595

La direction et l'ensemble du personnel du laboratoire remercient les membres du Comité d'Evaluation pour la pertinence des analyses effectuées par tous les experts. Le rapport rend compte de la vie de l'Unité dans son ensemble, des activités de recherche développées, et du positionnement de l'Unité aux niveaux national et international.

Nous considérons ce rapport d'évaluation comme un élément de référence qui servira au pilotage du laboratoire pour le prochain quadriennal.

Les recommandations :

Nous sommes en bon accord avec l'ensemble des recommandations du comité et avons d'ores et déjà mis en œuvre certaines d'entre elles.

1^{ère} recommandation :

« Affiner la réflexion sur le mode de fonctionnement, la définition des axes transverses et leur adaptation aux moyens engagés ».

C'est dans cet esprit que nous avons conçu la structuration des activités transverses du laboratoire. Ces dernières ont été proposées dans le but de servir de creuset de réflexion et de maturation de nouvelles opérations de recherche et de possibles valorisations des compétences du laboratoire. Elles constituent également un élément de cohésion de l'unité.

2^{ème} recommandation :

« La Fédération de Mécanique devra présenter rapidement des actions de recherche communes entre les laboratoires et bien identifiées ».

Cette recommandation est déjà naturellement prise en considération. En effet, le projet de Labex « MEC » qui vient d'être retenu s'articule autour de thématiques de recherche définies en commun entre les différents laboratoires de la fédération.

3^{ème} recommandation :

« Certains redéploiements entre équipes sont souhaitables pour assurer une meilleure consolidation des moyens (par exemple, pour l'axe combustion et risques à la fois à l'intérieur de l'axe et vers les autres) ».

Le laboratoire a depuis 2006 initié une restructuration importante avec des redéploiements entre les différents axes de recherche. Cette politique scientifique sera poursuivie dans le prochain quadriennal.

4^{ème} recommandation :

« Poursuivre la politique de valorisation pour arriver au niveau de brevets que permet la potentialité de l'Unité et ses résultats de recherches et renforcer les relations avec les PME-PMI »

La politique de valorisation est une tradition du laboratoire. Nous avons de longue date des collaborations avec le tissu industriel régional et national notamment avec les PME-PMI (CNIM, GIORDANO, MOTA, CIAT...). Nous veillerons évidemment au renforcement de ces partenariats.

Correction factuelle :

Page 14 (paragraphe Rayonnement et attractivité) : Au début du paragraphe, remplacer "L'équipe Dynamique des Feux" par "L'axe Combustion & Risques"

Le Directeur
Lounes TADRIST