



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse  
sous tutelle des  
établissements et organismes :

Institut National Polytechnique de Toulouse  
CNRS

Université Toulouse 3 Paul Sabatier

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse

Sous tutelle des établissements et  
organismes

Institut National Polytechnique de Toulouse

CNRS

Université Toulouse 3 Paul Sabatier

Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



## Unité

Nom de l'unité : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT)

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : UMR 5502

Nom du directeur : M. Jacques MAGNAUDET

## Membres du comité d'experts

### Président :

M. Jean-Paul BONNET, CNRS Poitiers

### Experts :

Mme Françoise BAILLOT, Université de Haute-Normandie

M. Oliver JENSEN, University of Nottingham

M. Michel LANCE, Université Lyon 1

M. Michel LANG, Cemagref, Lyon

M. Thomas LEWEKE, CNRS Marseille

M. Marc RABAUD, Université Paris-sud

M. Joel SOMMERIA, CNRS Grenoble

M. Lounes TADRIST, Université de Provence

Experts proposés par des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD.....) :

M. Daniel HUILIER, CNU

Mme Florence RAYNAL, CoNRS

## Représentants présents lors de la visite

### Délégué scientifique représentant de l'AERES :

Mme Marie-Yvonne PERRIN

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

M. Ch. GOURDON, CM Contrat quadriennal INPT

M. D. Veynante, DAS CNRS

M. Y. Segui, représentant la Délégation Régionale CNRS

M. Ch. Laurent, membre de la direction stratégique de UPS



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée les 14 et 15 décembre 2009. Après une présentation globale du bilan et du projet par l'actuel Directeur, chaque groupe a effectué trois interventions : un jeune chercheur a présenté son activité ; le responsable du groupe a présenté le bilan et les perspectives ; une visite réelle ou virtuelle a été organisée. Chaque groupe a fait l'objet d'une discussion. Des rencontres avec les personnels puis les étudiants ont été organisées. Finalement des rencontres ont eu lieu successivement avec les responsables des Services Généraux, les tutelles et le candidat à la direction. La visite s'est terminée par un huis clos.

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

Le laboratoire est très ancien (60 ans) et représente une référence dans le domaine de la mécanique des fluides avec des personnalités historiques de premier plan mondial. Une de ses particularités est son implantation en dehors des domaines universitaires (UPS et INP). Cette localisation « isolée » lui confère d'indéniables avantages d'autonomie mais en contrepartie le confronte à des problèmes aigus de maintenance d'infrastructures liés à l'état de certains bâtiments.

Les domaines d'activités de l'IMFT sont exceptionnellement vastes, et représentent quasiment tous les domaines liés à la *mécanique des fluides*. La liste des activités des groupes traduit directement cette largeur de spectre :

- Ecoulements et combustion
- Ecoulements Transitionnels, Turbulents, Contrôle et Interaction Fluide-Structure
- Hydrologie et Eco-hydrologie
- Écoulements avec interfaces (bulles, gouttes, transferts de phase, milieux diphasiques, écoulements capillaires, granulaires,...)
- Ecoulements dans les Milieux Poreux
- Ondes, turbulence et environnement.

Les domaines scientifiques couvrent aussi bien des applications industrielles dans les transports (terrestre, aéronautique et spatial) et l'énergie que des écoulements rencontrés dans la nature et liés à l'environnement (bassins versants, biologie, sables, sédiments, etc.). Le domaine du vivant est également concerné. Le large spectre de l'IMFT lui permet de prendre en compte des préoccupations socio-économiques allant du respect de l'environnement par les transports ou la maîtrise des énergies, à la prévision des crues en passant par des applications dans le domaine de la santé.

Les partenariats concernent, en milieu industriel, les grands groupes, et pour les autres domaines l'ONEMA, le CEMAGREF. Des nouveaux liens sont noués avec le secteur médical.

L'IMFT intervient aussi de façon importante dans la fédération FERMaT dans les domaines aux interfaces entre mécanique des fluides et transferts réactifs chimique ou biologique: Réacteurs et Contacteurs Polyphasiques, Microphysique des Milieux Dispersés, Rhéologie et Maîtrise des Transferts. Il est plus particulièrement impliqué dans l'instrumentation propre à la mécanique des fluides (vélocimétrie) et à la caractérisation des milieux fluides ou solides.



- Equipe de Direction :

Le Directeur est secondé par un Directeur adjoint. Ils s'appuient sur une structure plus large, le « CoDir » ou comité de direction, associant les responsables des groupes de recherche et de services généraux.

- 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)	40	39
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	15	15
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	10	8
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	36 34.4 ETP	33 32.4 ETP
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	63	36
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	37	35

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global :

L'IMFT est un acteur majeur de la mécanique des fluides au plan national et international. Sa production scientifique est de très haut niveau avec une belle politique de choix des meilleures revues. Son positionnement sur plusieurs domaines lui assure une visibilité exceptionnelle, particulièrement sur les interfaces, la combustion, les milieux poreux. Un bon équilibre existe entre études finalisées et recherches amont.

Il dispose d'une gouvernance remarquable, avec des services communs efficaces, parfaitement intégrés, acceptés et structurants. Le mode de pilotage associe harmonieusement une action centralisée et des groupes relativement autonomes. Le soutien des tutelles est fort, avec une participation de ses personnels à de nombreuses instances universitaires importantes. Le laboratoire a une forte pro-activité en termes de communication externe grand public.

L'unité sait ouvrir des voies nouvelles (vivant, écosystèmes, nano-mécanique des fluides). Le laboratoire apparaît globalement extrêmement soudé et cohérent, et équilibré entre ses personnalités scientifiques majeures bien établies et les nouvelles recrues prometteuses.

- Points forts et opportunités :

- Le laboratoire est caractérisé par un très large spectre d'activités avec des implications dans plusieurs secteurs socio économiques.

- Globalement, la diversité des compétences scientifiques de l'IMFT peut se lire par la complémentarité des approches multi échelles, multi physiques et multi milieux



- L'ouverture vers des secteurs de type écologie/environnement, avec des partenariats originaux avec l'ONEMA et le CEMAGREF, est assez exceptionnelle. De nouvelles ouvertures vers la biomécanique, la santé et les nano-systèmes sont à encourager tout en contrôlant les forces mobilisées par rapport aux axes forts génériques du laboratoire.

- Le modèle d'organisation interne fonctionne bien, avec une relative autonomie des groupes. Le système des SIG (Services d'Intérêt Général) est bien accepté et efficace.

- Des recrutements de jeunes de très haut niveau ont été effectués; la pyramide des âges est favorable.

- La laboratoire a une bonne attractivité vis à vis des doctorants et post docs.

- Le choix de revues phares pour les publications (*Journal of Fluid Mechanics*, *Physics of Fluids*) est judicieux. La qualité des publications est excellente ; la production scientifique est forte.

- Il existe un excellent partenariat avec d'autres organismes du site Toulousain (CERFACS, ONERA, SCHAPI, Météo-France) et d'autres laboratoires universitaires du site (ECOLAB, IMT, IRIT, LAAS et en particulier LAPLACE). Ce dernier partenariat pourrait déboucher sur quelques thèmes transversaux dans FERMaT (contrôle par exemple).

- L'IMFT est un acteur important de la fédération FERMaT. Il y joue un rôle moteur dans son domaine, tant par l'animation que par sa participation d'expert dans la mise en œuvre des matériels.

- L'activité contractuelle avec les grands groupes du secteur est forte, et inclut des soutiens pour des études à caractère fondamental.

- Un bon équilibre existe entre études finalisées et recherches amont.

- La politique communautaire de codes maison (JADIM), de codes ouverts vers des usages sociétaux (MARINE), et la participation effective à d'autres codes (AVBP, NEPTUNE\_CFD) fait de l'IMFT un acteur unique dans le domaine de la CFD. Cette politique est un élément structurant fort du laboratoire.

- La présence de membres de l'IMFT dans diverses instances universitaires et CNRS est importante. Au plan local, le laboratoire est très bien identifié par les tutelles et est bien impliqué dans les structures et les phases de réflexions accompagnant les restructurations internes des établissements.

### • Points à améliorer et risques :

- Les dépenses d'infrastructure apparaissent élevées. Il serait bon de savoir si la localisation « isolée » ne pèse par plus sur l'IMFT que sur les autres laboratoires de l'INP et de l'UPS ; cette forte sollicitation pouvant rendre limite la marge de pilotage de la recherche.

- Le nombre relativement faible de contrats européens peut se comprendre compte tenu des lourdeurs de gestion. Un appui spécifique pourrait être trouvé auprès des tutelles.

- L'animation des groupes est assez hétérogène ; il conviendra de s'assurer que chaque groupe dispose d'une politique d'animation effective.

- Il conviendrait d'améliorer l'animation générale (centrale) du laboratoire. Il y aurait intérêt à développer des animations générales intergroupes (avec une part de décloisonnement des groupes) et de se doter d'une politique scientifique globale incitative. Le coeur du dispositif pourrait être de dégager des fonds incitatifs, sans augmenter le niveau de prélèvement actuel.

- Il conviendra de veiller à protéger les codes (MARINE par exemple).

- La production scientifique est assez hétérogène entre les groupes, et souvent portée par les leaders scientifiques établis.

- La participation aux actions incitatives régionales peut être fortement développée même si les domaines concernés sont parfois éloignés du cœur de compétences de l'IMFT et qu'il convient de préserver un équilibre entre les activités propres de l'IMFT et les sollicitations locales.

- La cohérence des relations internationales n'est pas évidente ; il y aurait intérêt à cibler quelques partenariats (ex. Floride)



- Le renouvellement des personnels d'appui à la recherche reste préoccupant, avec en particulier le cas du service informatique.

- **Recommandations au directeur de l'unité :**

- Le projet scientifique établi par l'équipe de direction actuelle est très équilibré entre une continuité des thèmes scientifiques d'excellence d'une part et l'ouverture progressive vers le secteur du vivant et de la nano-fluidique d'autre part. L'équipe de direction proposée adhère à ce projet. Elle apparaît disposer d'une forte légitimité.

- Il conviendra de se doter des moyens d'une politique de pilotage scientifique d'ensemble plus volontariste qui n'entrave pas cependant le dynamisme interne des groupes.

- Il faudra aussi veiller à amplifier la présence du laboratoire dans les stratégies régionales et en particulier assurer la représentation du laboratoire au RTRA lors du départ à la retraite du représentant actuel.

- La place des nouveaux recrutements au sein des groupes bien structurés devra faire l'objet d'une attention particulière.

- La négociation avec les tutelles sur les postes d'appui à la recherche représentera un effort important.

- La création d'un Secrétaire Général semblerait une excellente opportunité pour renforcer la cohésion du laboratoire ; l'équipe de direction, ainsi soulagée de certaines tâches administratives, pourrait consacrer plus de temps à l'animation scientifique.

- **Données de production :**

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Ensgts-Chercheurs.pdf](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	48
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	4
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	91%
Nombre d'HDR soutenues	2
Nombre de thèses soutenues	87
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)	6 brevets

### 3 • **Appréciations détaillées :**

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

Les recherches développées par l'IMFT ciblent la quasi-totalité des applications de la mécanique des fluides, incluant des disciplines frontières de la mécanique des solides, de la chimie et de l'environnement.

Cette largeur de spectre se traduit par des activités contractuelles très importantes dans le domaine des transports et de l'énergie mais aussi de l'environnement et de la santé. Il faut insister sur le caractère pérenne des relations avec les grands groupes de type EDF, CEA, CNES, SNECMA, IFP, AIRBUS, Renault, PSA pour n'en retenir que quelques-unes. L'IMFT représente une référence contractuelle reconnue pour ces groupes. Le nombre de bourses CIFRE en atteste. Ces relations contractuelles représentent une part essentielle des financements (40% hors salaires).



La forte activité contractuelle industrielle n'empêche pas une production scientifique de tout premier plan. 258 articles ont été publiés dans des revues à comité de lecture sur la période 2005-2008 dont un quart environ dans *Journal of Fluid Mechanics* et *Physics of Fluids*,

La politique de lien avec le secteur applicatif a permis de déposer 6 brevets sur la période, ce qui dans ces disciplines est remarquable.

La durée moyenne des thèses est satisfaisante et le placement des docteurs bien équilibré avec plus d'un tiers dans le secteur privé.

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

Le laboratoire bénéficie d'un très fort rayonnement international dans ses domaines d'excellence. Il participe aux grandes manifestations internationales (une conférence avec acte en moyenne par an et par chercheur). On note plusieurs conférences invitées ou plénières dans les grandes manifestations (près de deux par an). 6 conférences internationales et 4 nationales ont été organisées sur la période.

L'IMFT a récemment effectué des recrutements de jeunes chercheurs de haut niveau, avec un équilibre entre promotions internes et recrutements extérieurs tant CNRS qu'universitaires.

Le positionnement scientifique de l'IMFT lui permet de s'inscrire pleinement dans les activités environnementales locales (avec l'ONEMA en particulier, et aussi de façon historique avec le CERFACS et l'ONERA). Ce positionnement le laisse souvent relativement faiblement impliqué dans les pôles de compétitivité qui le concernent. Il joue un rôle important dans le RTRA, mais aurait une marge de progrès dans en termes d'implication.

L'ANR constitue une source de financement privilégié avec une montée en puissance du dispositif.

Les collaborations avec les laboratoires étrangers sont le plus souvent le fait d'initiatives individuelles et mériteraient probablement une politique concertée. L'exemple des projets mis en place avec l'université de Floride est à suivre. La participation dans les programmes européens est modérée (13% des recettes).

Le laboratoire est particulièrement bien impliqué auprès des industriels des grands groupes ou des structures nationales, ceci dans les différents domaines dans lesquels la mécanique des fluides est impliquée soit au premier chef, soit en termes de pluridisciplinarité (à la frontière de la chimie, génie des procédés, mécanique des solides, biologie, etc.), tels la combustion, les milieux poreux et diphasiques, l'interaction fluide-structure, l'environnement, le vivant etc. La valorisation prend la forme de contrats publics ou privés mais aussi de partenariats à divers niveaux :

- étroits avec échanges de chercheurs avec le CEMAGREF et l'ONEMA
- opérationnels avec le CERFACS et Météo-France
- sur programmes avec l'ONERA
- L'implication dans de nombreux GDR (10 en tout) est également remarquable.

- Le Laboratoire a une forte implication dans les actions d'ouverture grand public de type fête de la Science, portes ouvertes etc.

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

L'unité est bien structurée avec des Services d'Intérêt Général fonctionnant bien. Le prélèvement de 20% (en sus des prélèvements des tutelles) est bien accepté et utilisé de façon pertinente même si une part trop importante est dévolue aux frais d'infrastructure.

La gouvernance de consensus avec les groupes qui possèdent une large part d'autonomie de gestion et d'animation fonctionne bien, mais gagnerait à favoriser une plus grande cohérence globale et des décloisonnements. La communication interne, via l'implication du « CoDir », est efficace et la répartition des prises de décision correctement distribuée.

Les personnels de l'unité, y compris le collège des Doctorants et Post-Doctorants, sont très fortement impliqués dans diverses instances et sont régulièrement associés aux évolutions structurelles des tutelles locales.





- **Appréciation sur le projet :**

Le projet est basé sur la continuité des thèmes forts qui font le socle de ce laboratoire et qui sont représentés par les groupes constitués. La part principale de prise de risque se situe dans les domaines du vivant, des nanotechnologies pour les fluides et le contrôle. Ces prises de risque semblent à la fois pertinentes et cadrées dans la mesure où elles restent, dans l'état actuel, complémentaires de la continuité sur les thèmes historiques de l'IMFT. Se posera rapidement la question des moyens mis en place pour développer ces domaines. Dans l'immédiat la politique d'affectation des moyens tend à conforter les domaines d'excellence. La politique de gouvernance ayant fait ses preuves, sa continuité dans le périmètre actuel assurera la stabilité et la solidité du laboratoire.

#### 4 • Analyse équipe par équipe

**Intitulé de l'équipe :** Ecoulements et Combustion (EEC)

**Responsable :** O. SIMONIN

- **Effectifs du groupe ou affectés au projet (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)	7	7
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	3	3
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	15	8
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	5

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

Les recherches effectuées dans le groupe s'insèrent bien dans le paysage scientifique actuel concernant les écoulements multiphasiques avec ou sans réactifs. Elles répondent également de manière pertinente aux demandes du monde industriel. La partie numérique est le point fort du groupe.

On relève 64 articles dans des revues avec comité de lecture pour la période 2005-2008. Les revues sont de très bonne qualité : *Journal of Fluid Mechanics*, *Proc. Comb. Inst.*, *Comb. & Flame*, *Atomization & Spray*, *Flow Turb. Comb.*, *J. Comp Phys*, *Exp. Fluids*, *Int. J. Multiphase Flow*, *AIAA J.*, .... La quasi-totalité est de nature théorique et numérique, avec un nombre réduit de productions expérimentales. Tant en quantité qu'en qualité la production est excellente. Le groupe a également été à l'origine de 3 brevets.

Il existe de très forts liens avec les partenaires industriels (EDF, TOTAL, Air Liquide, ALSTOM, ...) et grands organismes (ONERA, CERFACS, CEA, IRSN, IFP...) suivant une implication réfléchie et constructive qui permet d'élaborer des stratégies allant des développements théoriques jusqu'à la valorisation industrielle. Les succès sont aussi réels avec les autres dispositifs (1 ANR blanc, 1 ANR thématique ; 2 Europe, ..).



La qualité des études et des responsables de programmes est reconnue (inter)nationalement. Si la nature des programmes à durée limitée ne permet pas de répondre sur leur pérennité à priori, l'expérience a prouvé la réactivité du groupe et sa capacité à répondre aux appels d'offre.

Pour conclure, la politique de financement est excellente au niveau national et européen. Elle reste toutefois modérée au niveau local, pôle de compétitivité compris, mais il faut rappeler que le pôle toulousain n'est pas centré sur les thématiques du groupe.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration du groupe ou du projet dans son environnement :**

Le nombre de Conférences invitées est très satisfaisant (10 sur la période 2005-2008). Des membres du groupe sont éditeurs associés de 3 revues de rang A.

La politique de recrutement est efficace avec une excellente attractivité extérieure. L'équipe a bénéficié de 4 recrutements de permanent (1 CR CNRS, 1 MDC UPS, 1 MDC et 1 PR INPT) et de 11 post-doctorants sur la période.

Les collaborations lourdes avec des équipes étrangères est un point qui n'est pas réellement mis en valeur, hormis avec l'Académie des Sciences de Moscou. En revanche, il apparaît clairement que de nombreux contacts personnels nourrissent les activités des thèmes. La politique d'invitation de visiteur étranger (1 seul sur la période) reste cependant faible.

Les recherches et les relations socio-économiques ou culturelles se concrétisent par des actions de valorisation, de formation et d'expertise reconnues au niveau international. On note 3 brevets, 3 organisations de manifestations scientifiques internationales, des écoles d'été, des activités d'expertises au CNES, ONERA, IFP, CEE, NSF.

Il faut également noter une activité de vulgarisation avec conférences et articles dans La Recherche et Air et Cosmos.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie du groupe ou du projet :**

On note l'existence de fortes personnalités scientifiques et un certain déséquilibre entre parties numérique et expérimentale (pour illustration, les parts dédiées à la présentation des moyens techniques et codes de calcul sont de 16% et 84% respectivement). L'interconnexion des recherches avec d'autres établissements n'est pas toujours bien explicite.

La gouvernance du groupe est bien adaptée aux objectifs, les responsables reconnus dans leur domaine.

La communication interne et externe est excellente avec des choix scientifiques stratégiques judicieux, en particulier dans le domaine de la CFD.

Les Enseignants-Chercheurs et Chercheurs contribuent aux activités d'enseignement des deux établissements UPS (IUT et voies généralistes) et INPT (ENSEEIH), depuis le niveau L1 jusqu'au niveau M2, y compris M2R. Les prises de responsabilité sont assez diverses avec, somme toute, une bonne participation en moyenne. Pour certains d'entre eux, on note un engagement plus soutenu comme responsables de filières ou d'années, voire Vice-président du CS de l'INPT.

Il n'y a pas d'implication forte du groupe dans la structuration de la recherche en région comme cela est fait au niveau national ou international ; cependant des actions marquées sont à relever : expertise au Comité consultatif régional de la recherche et du développement technologique (CCRRDT) de la Région Midi-Pyrénées, à l'ONERA-Toulouse, au CERFACS et le responsable est VP du CS de l'INPT.



- **Appréciation sur le projet :**

L'objectif final est la modélisation à une échelle industrielle, mais la démarche de développement des modèles s'appuie essentiellement sur une approche multi-échelles. Dans le document écrit, l'introduction de la section « Projet et objectifs » du groupe ne mentionne rien sur l'activité expérimentale prévue par le groupe. Dans la suite du développement du projet, seul le paragraphe « Mélange et transfert dans les sprays » fait référence à ce type d'activités.

Quatre grands thèmes sont identifiés dans le projet avec un animateur pour chacun d'eux : 1) Mélanges et transfert dans les sprays ; 2) Combustion ; 3) Écoulements particuliers ; 4) Approche multi-échelles pour les écoulements à phase dispersée. Le projet scientifique à moyen ou long terme s'appuie sur des compétences et des savoir-faire largement éprouvés et reconnus, apportant une crédibilité scientifique certaine. L'approche multi-échelles de la DNS aux codes industriels est convaincante.

La politique d'affectation des moyens est concertée et pertinente dans le champ de la simulation. La partie expérimentale est plus isolée. Les projets s'inscrivent dans la continuité mais présentent des ouvertures pertinentes.

- **Conclusion :**

- **Avis**

Le groupe EEC possède une activité pertinente et très riche dans le domaine de la simulation numérique appliquée aux écoulements multiphasiques : écoulements particuliers, sprays, combustion. La gestion des codes est très efficace et porteuse de résultats à venir. Les recrutements de ces dernières années renforcent l'axe numérique-théorique et devraient favoriser les échanges entre les thèmes.

- **Points forts et opportunités :**

Le groupe présente une très grande activité avec un très fort taux de publications de rang A, une implication dans des structures nationales et internationales, et un montant de financements externes élevé. Les recherches sont équilibrées entre études fondamentales et industrielles.

- **Points à améliorer et risques :**

Le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs impliqués dans les travaux expérimentaux reste très faible, ce qui réduit l'action de cette partie du groupe. Cela ne remet nullement en cause la qualité de ces recherches, mais leur visibilité et leur facilité à être utilisées.

L'implication du groupe au niveau régional mériterait d'être renforcée.

- **Recommandations :**

Une réflexion devrait être menée sur la place laissée à la partie expérimentale et aux enjeux recherchés par le groupe. Il conviendrait de rechercher quels liens pourraient être développés avec le reste des activités internes à l'IMFT pour renforcer le poids expérimental sans affaiblir les compétences numériques. Cela permettrait au groupe de disposer de modèles expérimentaux adaptés à ses problématiques.



**Intitulé de l'équipe :** Ecoulements Monophasiques, Transitionnels et Turbulents (EMT2)

**Responsable :** C. AIRIAU

- Effectifs du groupe ou affectés au projet (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	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	3	4
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	2	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	8	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	8

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

Le groupe EMT2 effectue des recherches sur le contrôle des écoulements, les interactions fluide/structure, le transfert thermique en paroi, la dynamique des tourbillons, et plus récemment les fluides à rhéologie complexe. Les thèmes traités sont très porteurs et visent assez directement des applications en aéronautique et aérodynamique des véhicules, mais aussi des sujets fondamentaux. Les études sur des thèmes classiques (contrôle, tourbillons, modélisation de la turbulence, etc...) s'effectuent à la pointe de l'état de l'art. Des travaux récents concernent des sujets originaux (croissance transitoire dans les tourbillons, tourbillons en fluide non-newtonien, « morphing » électro-actif).

En 4 ans (2005-2008), le groupe a produit 43 articles de rang A, dont 5 dans le *Journal of Fluid Mechanics* et 5 dans *Physics of Fluids*. 21 thèses ont été soutenues pendant la même période. Ceci représente une bonne production pour un groupe comportant une majorité d'enseignants-chercheurs.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration du groupe ou du projet dans son environnement :**

Le groupe a organisé un symposium IUTAM en 2007, ainsi que plusieurs workshops et journées thématiques. Un des membres est éditeur associé du *Journal of Fluids and Structures*. Ses membres ont donné 9 conférences invitées, dont une à un congrès de grande audience.

Le groupe a recruté un grand nombre de doctorants de haut niveau (dont 2 ont reçu des prix de thèse) et de post-doctorants (5). Le recrutement récent d'un Directeur de Recherche et d'un Maître de Conférences (avec un parcours international intéressant) démontre la capacité d'attirer également des chercheurs de haut niveau.

Le groupe dispose d'un budget d'environ 300 k€ en moyenne par an de financements externes, venant de projets européens (~50%), de projets ANR (en augmentation), et d'autres financements publics et industriels. Les partenariats



industriels avec des organismes/entreprises des secteurs aéronautique et automobile sont en bonne adéquation avec les thèmes de recherche traités.

Il existe de nombreuses collaborations nationales et internationales. Le groupe est impliqué dans des réseaux nationaux (GDR) et internationaux (ERCOFTAC). Une partie des travaux est soutenue par les pôles de compétitivité « Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués » et « Cancer-Bio-Santé ».

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie du groupe :**

L'organisation du groupe en 3 équipes permet d'afficher clairement les thèmes principaux de recherche. Il existe de nombreux points de contact, qui appellent à des travaux inter-équipes, comme pratiqués à plusieurs occasions. Il existe également un certain nombre de projets partagés avec les autres groupes de l'institut (INTERFACE, OTE). L'initiative très récente de réorganiser l'activité du groupe en 6 thèmes pour favoriser et développer les interactions entre les membres est positive. Les analyses prospectives de champs émergents en aéronautique, énergétique et sciences du vivant menées pour orienter les travaux dans le domaine des interactions fluide-structure sont également intéressantes. Il persiste néanmoins un cloisonnement perceptible entre l'équipe « Interactions Fluide-Structures sous Turbulence » et les autres membres du groupe, qui semble empêcher des interactions et/ou collaborations potentiellement fructueuses.

Avec 3 professeurs et 5 maîtres de conférences parmi ses membres, dont 2 responsables de master et des participants à divers conseils, comités et commissions, le groupe contribue de façon significative à l'enseignement.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet à moyen terme du groupe prévoit une nouvelle organisation selon 6 thématiques, au lieu d'une répartition en 3 équipes, afin de favoriser les interactions ; cette stratégie a fait ses preuves dans d'autres groupes de l'institut.

Les sujets de recherche se situent principalement dans la continuité des activités précédentes. Les nouveautés concernent entre autres: le contrôle de tourbillons de sillage d'avions, les tourbillons en fluide non-newtonien et les interactions fluide-structure dans les sciences du vivant. Le groupe projette également de participer au développement de la micro- et nanofluidique annoncée au niveau de l'institut. Les deux recrutements récents devraient permettre une nouvelle dynamique transverse et structurante, ainsi que le renforcement des collaborations internationales, compensant ainsi les départs à la retraite prévus de plusieurs membres actuels du groupe.

Dans l'ensemble, le projet est solide, avec des nouveautés intéressantes, et sans risques majeurs apparents.

- **Conclusion**

- **Avis**

Le groupe EMT2 effectue des recherches de haut niveau dans des domaines classiques de la mécanique des fluides, avec des applications dans le transport aérien et terrestre et l'énergie, en s'appuyant sur un réseau de collaborations étendu et pertinent. Une dynamique de développement de nouveaux sujets et d'interactions internes et externes est bien lancée.

- **Points forts et opportunités**

- Recherches sur des thèmes porteurs de la mécanique des fluides.

- Nombreux partenariats scientifiques et industriels.

- Arrivée de deux permanents « confirmés », qui pourra renforcer les échanges transverses à l'intérieur du groupe.

- **Points à améliorer et risques**

- Production scientifique un peu en dessous de la moyenne de l'institut.



- Opportunités d'interactions internes potentiellement fructueuses non développées.

- **Recommandations**

- Poursuivre les activités sur les anciens et nouveaux thèmes, avec des collaborations externes et une production adéquate pour maintenir ou développer la visibilité internationale.

- Renforcer ou initier des interactions internes au groupe pour profiter des compétences complémentaires sur certains thèmes étudiés.

**Intitulé de l'équipe :** Groupe d'Etude sur les Milieux Poreux (GEMP)

**Responsable :** M. QUINTARD

- Effectifs du groupe ou affectés au projet (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)	7	8
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	4	4
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	22	14
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	8

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

Le Groupe d'Etude sur les Milieux Poreux (GEMP) développe des recherches d'une grande qualité sur les transferts en milieux hétérogènes que cela soit dans des milieux poreux classiques, dans des milieux fracturés ou dans des milieux vivants. Le groupe a de fortes compétences à la fois en modélisation, en simulation numérique et en expérimentation.

Le groupe est imaginatif et productif. En 4 ans (2005-2008), le groupe a produit 76 articles de rang A. Le taux de publication est excellent, les revues sont variées et de qualité. L'équipe a également 2 brevets à son actif.

22 thèses ont été soutenues dans les quatre dernières années et 14 sont en cours, ce qui démontre l'attractivité et le dynamisme du groupe.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité**

Le groupe GEMP a une visibilité nationale évidente mais également internationale. On peut citer un prix de la revue « La Recherche » pour la thématique « imagerie micro-vasculaire », l'invitation de 2 membres du groupe dans 4 conférences internationales et 3 conférences organisées par le groupe. De très nombreuses collaborations ponctuelles ont lieu avec des chercheurs étrangers, favorisées par une forte politique de « mois de professeur invité ».



GEMP a su attirer récemment deux enseignants-chercheurs travaillant en biomécanique, ce qui renforce fortement cette activité au sein du groupe. Un nouvel enseignant-chercheur doit être recruté dans le groupe en 2010. On peut noter le succès de la stratégie du groupe de se développer vers la biomécanique, succès dû en partie à de fortes collaborations avec des spécialistes des sciences de la vie.

GEMP a une importante activité contractuelle, à la fois soutenue, régulière et maîtrisée, qui lui permet de développer ses recherches depuis les problèmes fondamentaux jusqu'aux applications concrètes. Le groupe participe ou anime de nombreux contrats ANR (6) et participe à plusieurs GDR (4) et un PICS. Il participe de façon très visible à la fédération FERMaT et dans une moindre mesure au projet de fédération SH&HD.

Comme le reste du laboratoire GEMP participe de façon très active aux opérations de vulgarisation (fête de la Science, et autres).

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie du groupe ou du projet**

L'activité du groupe est découpée en 6 thèmes avec pour la plupart un certain recouvrement au niveau des personnes impliquées. La gouvernance et l'animation au sein du groupe sont efficaces ; il existe une bonne collaboration au sein de GEMP et avec les autres groupes du laboratoire.

On note une bonne participation aux activités d'enseignement (2/3 des membres permanents sont enseignants-chercheurs UPS ou INP).

- **Appréciation sur le projet**

Le projet de GEMP est construit en continuité avec l'expertise acquise, avec toutefois une intensification voulue des activités autour du thème biophysique et des activités expérimentales sur les milieux poreux réels. Le renforcement en moyen humain passé et à venir devrait permettre au groupe de mener à bien la plupart des recherches évoquées.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

Excellent travail de recherche de tout le groupe.

- **Points forts et opportunités :**

- Approche très complète depuis les modélisations, les simulations et jusqu'à la validation expérimentale.

- Un renforcement actuel très positif vers les applications des méthodes et outils à certains problèmes biologiques.

- **Recommandations**

Il faudra veiller à ce que l'évolution voulue vers de nouveaux sujets d'études ne se fasse pas au détriment du maintien du savoir faire dans les domaines d'excellence du groupe et ne gêne pas sa visibilité par les industriels.

Il convient d'être attentif aux maintiens voire au renforcement des collaborations internationales.



**Intitulé de l'équipe :** Hydrologie de surface et Ecohydraulique (HydreoEco)

**Responsable :** D. DARTUS

- Effectifs du groupe ou affectés au projet (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)	3	3
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	4	4
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	4	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	1

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

En termes de quantité, la production scientifique du groupe est plus faible que la production moyenne de l'IMFT. En 4 ans (2005-8), le groupe a produit 14 articles de rang A. En termes de qualité, plus de la moitié des publications a été réalisée dans des revues à facteur d'impact supérieur à 1. Le nombre de thèses encadrées est de 4 ce qui est faible pour l'effectif du groupe.

Il faut noter en hydrologie distribuée un travail intéressant sur le modèle MARINE, avec des points novateurs sur le calage des paramètres par analyse de sensibilité, et sur l'analyse des incertitudes en lien avec des données d'entrée spatialisées issues de la télédétection (teneur en eau du sol) et de l'imagerie radar (pluviométrie). Des applications ont été réalisées pour le MEEDDM/SCHAPI pour la prévision des crues.

En éco-hydraulique, les recherches ont permis des résultats finalisés sur les passes à poisson (modélisation hydraulique détaillée) et la compréhension des liens entre l'hydraulique et l'habitat piscicole (impact d'éclusées, aptitude au franchissement d'obstacles).

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration du groupe ou du projet dans son environnement :**

Le rayonnement du groupe s'est manifesté par la participation à plusieurs instances d'évaluation et par l'animation du groupe européen de la FAO « Fish Passage Best Practices ». 3 conférences invitées en éco-hydraulique ont été données dans des congrès de large audience. En outre, de bons transferts technologiques ont été réalisés auprès des services de l'Etat, de EDF et la CNR.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie du groupe ou du projet :**

Le groupe a su nouer en peu de temps des partenariats de bon niveau en hydrologie distribuée avec le Schapi sur la prévision des crues, le Cemagref sur la prévention des inondations, et l'université de Toulouse 2 et la DREAL Midi-





Pyrénées sur l'intégration des vulnérabilités sociétales pour l'analyse du risque d'inondation. Il est impliqué dans un projet ANR sur la modélisation des grands bassins versants (TCCYFLAM) et la co-direction d'un projet CYMENT sur la modélisation fine des petits bassins versants (dans le cadre du RTRA STAE). En éco-hydraulique, le groupe a eu des collaborations avec l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, EDF R&D, en lien avec deux directives européennes (Directive cadre sur l'eau ; Directive sources d'énergie renouvelable). Le groupe a eu une bonne stratégie d'alliance avec l'ONEMA, qui a choisi de créer son premier pôle d'étude et de recherche à l'IMFT, avec un engagement (convention en 2009 entre l'IMFT, l'ONEMA et le Cemagref), qui s'est traduit par l'arrivée au sein de ce groupe de 3 chercheurs et 1 technicien.

- **Appréciation sur le projet :**

Le groupe a eu des initiatives intéressantes et le projet vise à les poursuivre. En hydrologie distribuée, l'étude des incertitudes est tout à fait pertinente et portera notamment sur la prévision des inondations en site non jaugé. En éco-hydraulique, le nouveau pôle créé avec l'ONEMA et le Cemagref entrera en phase de pleine activité et pourra contribuer à l'amélioration du franchissement piscicole des ouvrages hydrauliques. La rénovation du hall hydraulique Castex (achevée à l'horizon 2011) permettra la reprise des expérimentations en lien avec des codes numériques (1D, 2D et 3D) pour l'optimisation de la forme des passes à poisson.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

Le groupe est constitué de deux pôles assez distincts, même si plusieurs permanents émargent aux deux pôles. Créé il y a 4 ans, avec l'objectif de « contribuer au rayonnement et à la production scientifique », il a su créer une bonne dynamique et les initiatives prises pendant cette période sont tout à fait pertinentes.

- **Points forts et opportunités :**

Le pôle en hydrologie distribué a réussi à améliorer le modèle hydrologique distribué MARINE (intégration d'un réseau de drainage, incorporation d'informations sur l'humidité initiale du sol), et a eu une approche originale sur le calage des paramètres du modèle et l'analyse des incertitudes. Il a cherché et obtenu un lien vers l'opérationnel, sur la prévision des crues et la prévention des inondations.

Le pôle en éco-hydraulique a initié un partenariat fort, et intéressant, avec l'ONEMA et le Cemagref. Les aspects finalisés autour des aménagements de franchissement d'ouvrage hydraulique et le lien avec l'habitat sont réussis.

- **Points à améliorer et risques :**

La production scientifique a été faible par rapport au reste de l'IMFT. Elle est liée pour partie à la jeunesse du groupe (4 ans) et au démarrage de nouvelles thématiques.

Le départ à la retraite de plusieurs permanents pourrait accentuer la fragilité du groupe.

- **Recommandations :**

Le groupe a eu des initiatives intéressantes. Sa taille apparaît faible et mériterait d'être renforcée pour disposer d'une masse critique suffisante.

Les collaborations au niveau national sont à poursuivre, de même que la recherche de complémentarités avec les autres groupes de l'IMFT (notamment OTE).

La mise en place de collaborations internationales serait également une aide au rayonnement du groupe.



Intitulé de l'équipe : INTERFACE

Responsable : D. LEGENDRE

- Effectifs du groupe ou affectés au projet (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)	10	8
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 (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	2	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	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	10	5
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	10	9

Le groupe Interface se positionne scientifiquement sur l'étude des écoulements diphasiques dispersés, depuis l'échelle microscopique de la dynamique des interfaces fluides jusqu'à l'échelle macroscopique des écoulements à bulles et des milieux granulaires. Ce groupe est un des plus gros du laboratoire. C'est également de loin la plus grosse équipe universitaire française travaillant sur les écoulements diphasiques. Il n'a d'ailleurs guère d'équivalent à l'échelle internationale sauf peut-être dans quatre ou cinq universités aux USA et au Japon. Cette taille critique lui a permis d'aborder avec succès un certain nombre de questions ouvertes posées par les systèmes diphasiques, et d'acquérir une visibilité internationale incontestable. Le groupe a évolué ces dernières années en s'orientant vers l'hydrodynamique des milieux polyphasiques ce qui l'a conduit à se focaliser plus sur l'étude des mécanismes physiques à l'échelle de l'inclusion que sur la description macroscopique statistique adoptée dans les codes de calcul industriels. Ce choix de politique scientifique est justifié par le fait que les problèmes bloquants dans les écoulements diphasiques proviennent le plus souvent d'une méconnaissance de la physique à petite échelle, ce qui actuellement renvoie la recherche des lois de fermetures pour les équations moyennées au domaine de l'empirisme ou au mieux d'une phénoménologie mal maîtrisée. En ce sens, le groupe a choisi un positionnement scientifique pertinent en s'inscrivant dans l'esprit du « Chemical Engineering » américain de l'école du City College et l'hydrodynamique du DAMTP de Cambridge dont on reconnaît l'influence. Le groupe Interface s'est en particulier intéressé à un ensemble de problèmes fondamentaux posés par la dynamique des bulles de gaz, des gouttes et des grains. Il a su mettre en place une approche couplée expérience-simulation numérique particulièrement efficace et qui constitue en quelque sorte sa marque de fabrique. Le code JADIM confirme son importance comme outil de simulation commun pour le groupe. Sur le plan expérimental, des expériences analytiques relativement légères et souvent astucieuses sont conçues pour étudier un mécanisme physique particulier.

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

On notera dans le bilan scientifique quelques succès majeurs comme l'élucidation du mouvement complexe d'ascension des bulles dans un liquide grâce à la simulation de la vorticité dans le sillage, la caractérisation de l'agitation d'un liquide par les bulles de gaz, l'étude de l'ébullition de bulles en microgravité, les écoulements capillaires, pour n'en citer que quelques-uns. Ce positionnement relativement amont continue de trouver un écho favorable parmi les industriels, même si la part de l'ANR dans les ressources du groupe est devenue très significative. On note toutefois dans le rapport que les entrées de contrats les plus récentes portent sur les domaines plus applicatifs du



groupe liés à l'énergétique. Les applications industrielles des recherches du groupe visent essentiellement les procédés et l'énergie. Ce dernier secteur est renforcé par l'incursion réussie du groupe dans le domaine de l'ébullition pariétale dont l'importance est primordiale pour les générateurs de vapeur des centrales nucléaires ou thermiques. On ne voit cependant pas de stratégie clairement affichée vis-à-vis des grands défis industriels ou des pôles de compétitivité. Puisqu'ils trouvent ailleurs les ressources financières qui leur sont nécessaires, les chercheurs ne ressentent pas le besoin de s'investir plus avant dans cette dynamique, que d'autres laboratoires régionaux ont pourtant su accompagner. Il y aurait là, semble-t-il, matière à réflexion pour le futur. Le plus grand danger pour le groupe serait sans doute de céder à la tentation d'une recherche plus académique et plus facile à valoriser dans les revues les plus prestigieuses. L'équilibre trouvé jusqu'à présent est bon, il faudra veiller à le maintenir.

La production scientifique qui accompagne les travaux du groupe est remarquable tant en quantité (62 ACL sur la période 2005-2008) qu'en qualité. Le pic dans les revues de référence de la discipline comme le *Journal of Fluid Mechanics* ou *Physics of Fluids* démontre bien l'orientation plus amont prise par le groupe, mais aussi sa maturité scientifique. Celle-ci se traduit aussi par la qualité des thèses soutenues (16 sur la période 2005-2008), la plupart ayant donné lieu à des publications dans des revues de haut niveau. Une conséquence en est aussi une forte attractivité pour les jeunes chercheurs et des recrutements de qualité.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration du groupe ou du projet dans son environnement :**

Le rayonnement scientifique du groupe est incontestable, comme en témoignent le nombre de conférences invitées (8 sur la période 2005-2008) et la qualité des visiteurs étrangers. A ce titre, il convient de noter la politique volontariste du groupe qui n'hésite pas à financer lui-même les invitations de chercheurs étrangers, et qui sait tirer parti de ces échanges par de nombreuses publications communes.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie du groupe ou du projet :**

Le fonctionnement général d'Interface apparaît marqué par un fort sentiment d'appartenance au groupe de la part de ses membres, et une identité forte qui se fonde sur des affinités scientifiques et personnelles, et une bonne complémentarité des compétences. Le groupe possède également une véritable richesse humaine et affiche une grande homogénéité. Il ne s'agrège pas en effet autour d'une ou deux personnalités scientifiques, comme c'est souvent le cas, mais intègre au moins cinq ou six chercheurs de visibilité internationale et d'intérêts scientifiques complémentaires, ce qui lui confère une grande stabilité.

La mutualisation des moyens, déjà très développée au sein de l'IMFT, s'avère particulièrement importante dans ce groupe, ce qui lui procure une force de frappe très appréciable. La communication interne et la vie du groupe semblent bien fonctionner.

Les interactions avec les autres groupes de l'IMFT existent, surtout à travers le code JADIM, mais aussi la dynamique tourbillonnaire. Les autres aspects sont apparemment moins présents, comme la turbulence et les instabilités, qui ne semblent pas partager grand chose avec le groupe EMT2. La complémentarité avec les travaux de EEC sur les modélisations moyennées, et les codes industriels comme Neptune\_CFD, semble une évidence qui n'est peut-être pas assez exploitée.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique du groupe s'inscrit essentiellement dans la continuité du précédent, avec corrélativement peu de prise de risque et d'actions réellement nouvelles. Ceci se comprend si l'on considère le spectre très large déjà couvert par le groupe et la volonté louable de ne pas disperser les forces. D'autre part, quelques tournants importants ont déjà été pris dans le précédent quadriennal et demandent à être confortés. C'est le cas de la microfluidique, qui se tourne maintenant vers la nanofluidique avec le recrutement récent d'un professeur. Au-delà de l'effet de mode, l'ouverture est effectivement intéressante si elle permet de consolider un axe IMFT-LAAS qui paraît stratégiquement indispensable pour le laboratoire dans le contexte régional. C'est aussi le cas des changements de phase, dont l'importance industrielle a déjà été évoquée, et dont le groupe Interface est probablement le seul à même de renouveler complètement l'approche scientifique, de par sa capacité unique à mobiliser des compétences aussi diverses que le mouillage, la simulation numérique, les micro-transferts ou la dynamique des interfaces.



D'une manière générale, le projet du groupe est bien adapté à son potentiel humain, et il ne fait guère de doute qu'il pourra être mené avec le même succès que le précédent.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

Le bilan scientifique du groupe Interface est très flatteur et confirme son leadership national, voire international, dans le domaine des milieux diphasiques dispersés.

Son projet pour le prochain quadriennal est peut-être un peu trop sage, mais logique, et s'inscrit dans une politique de recherche de l'excellence scientifique menée depuis plusieurs années qui porte indubitablement ses fruits.

- **Recommandations :**

Le groupe devrait veiller à rester à l'écoute des problèmes scientifiques soulevés par les grands défis socio-économiques, et essayer de jouer un rôle plus moteur dans le paysage scientifique régional.

**Intitulé de l'équipe :** Ondes, Turbulence et Environnement (OTE)

**Responsable :** O. EIFF

- **Effectifs du groupe ou affectés au projet (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)	5	5
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	1	1
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	3	3
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	4	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	4

- **Production scientifique**

Le groupe OTE, formé fin 2004, s'est restructuré pendant ce quadriennal, avec le départ d'un CR et d'un DR CNRS, et le recrutement en 2008 d'un MC et un chercheur CNRS. Les 5 autres membres du groupe (plus un professeur émérite) sont tous enseignants, avec des responsabilités fortes. Le groupe est également en restructuration au niveau technique, avec l'aménagement de son hall expérimental Castex.

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

Les évolutions de personnel se ressentent au niveau de la production scientifique, en-deçà des potentialités du groupe. 5 d'articles dans revues à comité de lecture ont été produit sur la période 2005-2008, mais le taux d'articles



dans revues à comité de lecture par EC/Ch est difficile à comptabiliser en raison des nombreux mouvements de personnes. Notons toutefois que la tendance récente est favorable, avec un nombre relativement important de publications soumises et de thèses en cours.

Le groupe a classé ses thèmes de recherche en deux parties :

- Hydrodynamique sur fond naturel: turbulence sur fond rugueux, ondes de gravité, courants de gravité, tourbillons confinés en eau peu profonde.

- Transfert, transport et morphodynamique : fonds vivants, morphodynamique, dispersion turbulente.

Ces thématiques sont en fait largement interconnectées, malgré une grande diversité apparente. L'étude des fonds vivants se limitait il y a quatre ans à l'effet de rugosité des coquillages sur la couche limite de fond. Cette thématique a maintenant acquis une réelle originalité, grâce à des collaborations conduisant à des publications sur les interactions croisées entre biologie et turbulence. L'étude expérimentale des ondes internes de relief a fait un progrès important, grâce à la mise au point, après une longue gestation, d'une technique de PIV en volume révélant la structure 3D des tourbillons associés. Les autres thématiques conduisent également à des résultats intéressants, notamment sur la morpho-dynamique côtière et sur les courants de gravité.

Le groupe bénéficie d'un soutien contractuel satisfaisant, essentiellement institutionnel (ANR, programmes de l'INSU, Europe).

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Le groupe s'intègre dans de nombreuses collaborations locales, nationales et internationales, mais son effort de recherche reste trop dispersé pour y jouer un rôle de leader.

L'attractivité du groupe est attestée par un flux tout à fait honorable de visiteurs étrangers et d'étudiants.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet :**

Le groupe a initié une bonne dynamique de collaborations au niveau national (CNRM/Game; LMTG Toulouse; ONERA Toulouse; LEMAR Brest) et international (Tunisie, USA, Allemagne, UK, Israël, Espagne, Japon). Il s'est investi dans une série de projets expérimentaux, en interne (cf. développements sur la PIV 3D) et via des équipements externes (veine hydraulique de Météo-France; grand canal à houle de l'UPC Barcelone). Il a engagé un processus de rénovation du hall expérimental Castex. Les échanges au sein du groupe sont facilités par une mutualisation des moyens financiers, des réunions à différentes échelles (groupe, chercheurs, expérimentateurs) et des séminaires scientifiques.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet présente plus une somme de perspectives individuelles, au gré des opportunités, qu'un projet collectif réellement structuré. Il faut cependant noter un réel effort d'organisation en termes d'animation scientifique et de mise en place de techniques performantes, tant expérimentales que numériques.

La rénovation du hall expérimental (horizon mi 2011) devrait permettre un champ expérimental plus large et de meilleure qualité, propice à des progrès dans la connaissance des processus.

- **Conclusion :**

Il s'agit d'un groupe actif, en pleine évolution, possédant de nombreux atouts sur une thématique porteuse. Le groupe possède en effet une forte technicité expérimentale, ainsi que la maîtrise des outils théoriques et numériques. Le groupe a su développer un bon réseau de collaboration, au niveau de l'IMFT et du site Toulousain, ainsi qu'au niveau national et international. Il est clairement attractif pour les étudiants et visiteurs.

Les résultats en termes de publications et de leadership ne sont pas encore à la hauteur de ce potentiel, en raison d'une dispersion des efforts, ainsi que d'une forte implication des membres du groupe dans l'enseignement. Un effort de focalisation sur quelques thématiques fortes est souhaitable. Le groupe pourrait ainsi acquérir une position de leader sur les interactions entre hydro-dynamique et écologie de rivière, domaine encore peu développé. Une



collaboration avec le groupe HydroEco est souhaitable sur cette thématique, permettant ainsi de réunir les compétences allant des mécanismes fluides fondamentaux jusqu'à la connaissance pratique des éco-systèmes.

Les études de morpho-dynamique et des interactions fluide-structure constituent un autre domaine où le groupe (soutenu par des collaborations dans le groupe 'interface') apporte une réelle originalité, maîtrisant les différentes facettes de l'hydrodynamique et des milieux granulaires ou cohésifs. Les projets proposés par le groupe dans ce domaine doivent être encouragés.

Note de l'unité	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A	A+

Nom de l'équipe : Ecoulements Et Combustion - EEC

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A	A+

Nom de l'équipe : Ecoulements Monophasiques, Transitionnels et Turbulents - EMT2

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	A	B	A



Nom de l'équipe : Groupe d'Etude sur les Milieux Poreux - GEMP

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A+	A+

Nom de l'équipe : Hydrologie de surface et Ecohydraulique - HYDROECO

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	B	A+	A+	A+

Nom de l'équipe : INTERFACE

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A+	A+

Nom de l'équipe : Ondes, Turbulence et Environnement - OTE

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	B	A	A	A+



Jacques MAGNAUDET  
Directeur de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse

Le Comité de Direction de l'IMFT a examiné le rapport d'évaluation résultant de la visite du Comité AERES des 14 et 15 décembre derniers. Le Comité de Direction considère que le Comité AERES a produit un document utile pour le futur du laboratoire, très détaillé et de grande qualité. Hormis quelques erreurs de détail factuelles indiquées dans un document séparé, ce rapport nous apparaît bien refléter l'état actuel des recherches, de l'organisation et du rayonnement de l'IMFT. En conséquence le laboratoire remercie le Comité AERES pour son travail d'évaluation et ne formule pas d'observation sur le fond du document qu'il a produit.

Toulouse, le 12 mars 2010,