

Institut Jean Le Rond d'Alembert
CNRS et UPMC, UMR 7190
Résultats et autoévaluation

Table des matières

A. PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	1
I. Rapport scientifique : auto-évaluation au niveau de l'unité dans son ensemble	2
I.a. Activités et résultats	2
1. Introduction	2
2. Résultats	3
3. L'organisation et la vie de l'unité	7
I.b. Analyse des moyens de l'unité	9
1. Evolution des moyens humains.....	9
2. Evolution des moyens financiers	10
II. Organigramme fonctionnel et règlement intérieur	12
 B. RAPPORTS PAR ÉQUIPES et par AXES TRANSVERSES	15
I. Équipe FCIH – Fluides Complexes et Instabilités Hydrodynamiques	16
1. Présentation générale de l'équipe	16
2. Présentation par thèmes	18
II. Équipe FRT - Fluides Réactifs et Turbulence	23
1. Présentation générale de l'équipe	23
2. Présentation détaillée des axes de l'équipe	25
III. Equipe LAM – Lutheries – Acoustique - Musique	36
1. Présentation générale de l'équipe	36
2. Bilan par thèmes.....	37
IV. Equipe MISES – Equipe Modelisation et Ingénierie des Solides et des Structures	45
1. Présentation générale de l'équipe	45
2. Bilan par thèmes.....	47
V. Equipe MPIA – Modélisation, Propagation et Imagerie Acoustique.....	56
1. Présentation générale de l'équipe	56
2. Présentation détaillée des axes de l'équipe.....	58
VI. Bilan de l'axe transverse « aéroacoustique ».....	66
1. Présentation générale de l'axe transverse	66
2. Propagation d'ondes en atmosphère turbulente.....	66
3. Propagation de singularités de phase dans une atmosphère turbulente	67
4. Localisation de sources aéroacoustiques.....	67
5. Acoustique et interactions fluides/structures	68
6. Quelques chiffres	69
7. Conclusions.....	69
VII. Bilan de l'axe transverse biomécanique	70
1. Présentation générale de l'axe transverse	70
2. Équipe MISES.....	70

3. Équipes FCIH et FRT	71
4. Équipe MPIA	71
5. Collaborations	71
ANNEXES	72
Annexe 1 Prix et distinctions des membres de l'unité.....	73
Annexe 2 Hygiène et Sécurité.....	74
Annexe 3 Plates formes.....	77
Annexe 4 Liste des publications et des productions	78
Annexe 5 Publications de rang A avant D'Alembert.....	169

A. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

I. Rapport scientifique : auto-évaluation au niveau de l'unité dans son ensemble

I.a. Activités et résultats

1. Introduction

L'Institut Jean Le Rond d'Alembert¹ est une unité de recherche en mécanique, acoustique et énergétique qui a vocation à exceller dans tous les domaines de la mécanique et des sciences de l'ingénieur qui y sont connexes. A plusieurs points de vue (effectifs, production) c'est l'unité d'Île de France la plus importante dans sa discipline et une unité quantitativement, qualitativement et historiquement unique au plan national.

1.1. Historique

D'Alembert est né le 1er janvier 2007 de l'union de six laboratoires tous composantes de l'ancienne Unité de Formation et de Recherche (UFR) 923 Mécanique-Energétique-Robotique de l'UPMC, laquelle a depuis été absorbée dans l'ensemble plus vaste formé par l'Unité de Formation et de Recherche 919 « Ingénierie ».

Ces laboratoires étaient:

- le *Laboratoire de Mécanique des Solides et Structures (LM2S)*,
- le *Laboratoire d'Acoustique Musicale (LAM)*,
- le *Laboratoire d'Energétique et de Mécanique des Fluides Interne (LEMFI)*,
- le *Laboratoire Fluides Complexes et Transferts (LFCT)*,
- le *Laboratoire de Modélisation en Mécanique (LMM)*,
- le *Laboratoire de Mécanique Physique (LMP)*.

1.2. Dynamique de la construction du nouvel ensemble

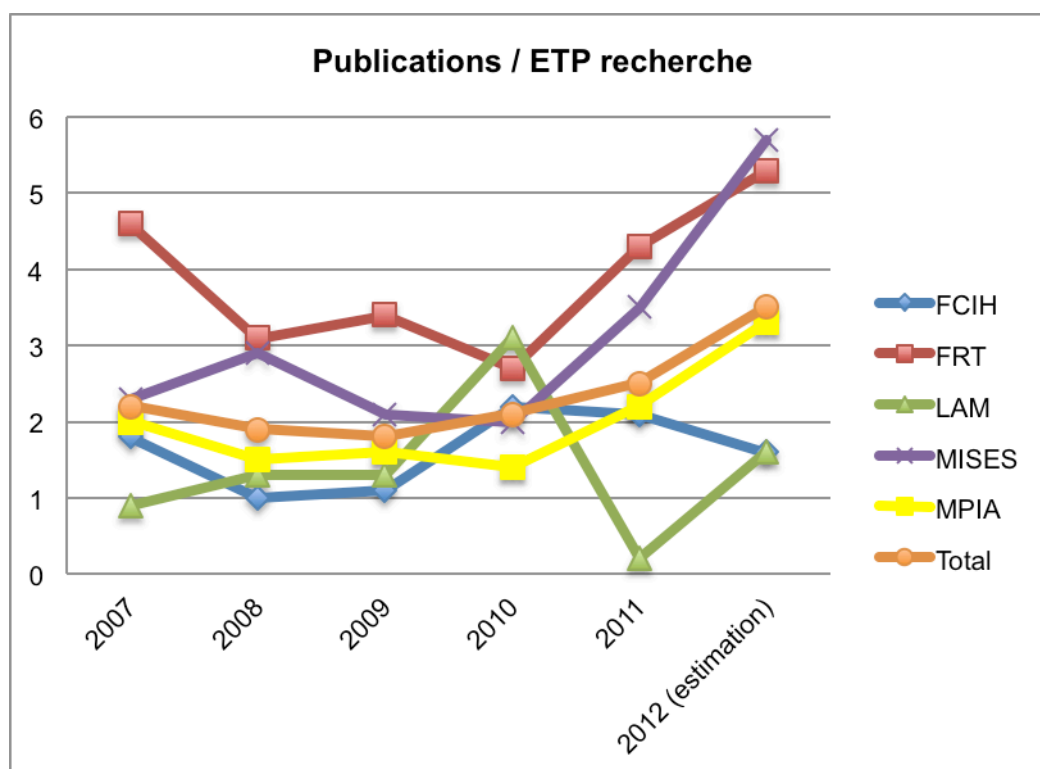
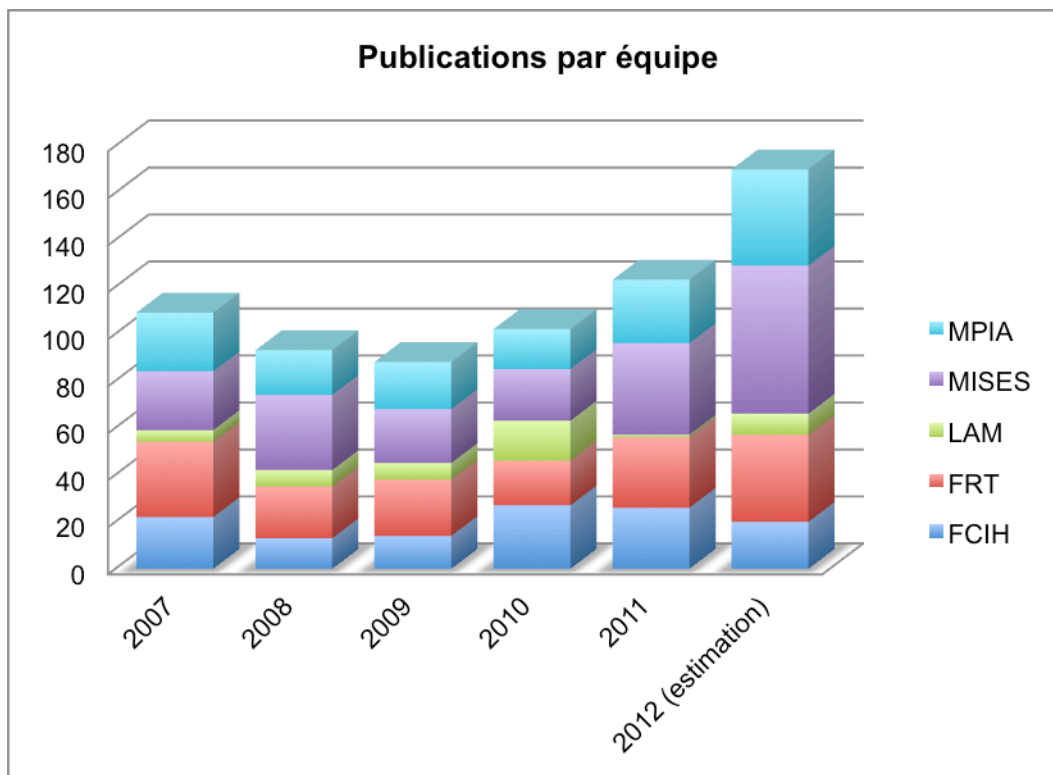
Une bonne compréhension de l'unité s'articule autour de sa structuration en équipes de recherche (cinq équipes de « taille humaine » de quinze permanents environ) mais aussi de sa construction en 2007 à partir des laboratoires fondateurs. Sa répartition en trois sites apporte une autre lecture de la réalité quotidienne et matérielle. Le partage en sites reproduit partiellement l'ancienne division en unités de recherche aux cultures et orientations scientifiques très différentes : la théorie et la modélisation pour Paris, la musique pour Lourmel-LAM et la physique appliquée et expérimentale pour Saint-Cyr-LMP. Une telle fusion ne réussit pas à effacer toutes les traces des anciennes structures en cinq ans, et comme dans un mariage, des tensions de nature particulière peuvent apparaître à l'issue de ce laps de temps. C'est le moment d'approfondir la construction de la nouvelle structure et de mettre à l'épreuve son projet.

1.3. Objectifs

Dans une telle situation, le premier rôle du directeur d'unité est d'insuffler un esprit commun et une cohésion à ce grand ensemble diversifié. Une autre priorité est d'animer un débat qui aboutisse à des priorités scientifiques, donnant au laboratoire la place qu'il mérite dans le paysage national. En fait, l'Institut Jean Le Rond d'Alembert a le potentiel de devenir l'un des meilleurs laboratoires de mécanique de France.

¹ En notation courte d'Alembert, sigle DALEMBERT.

2. Résultats



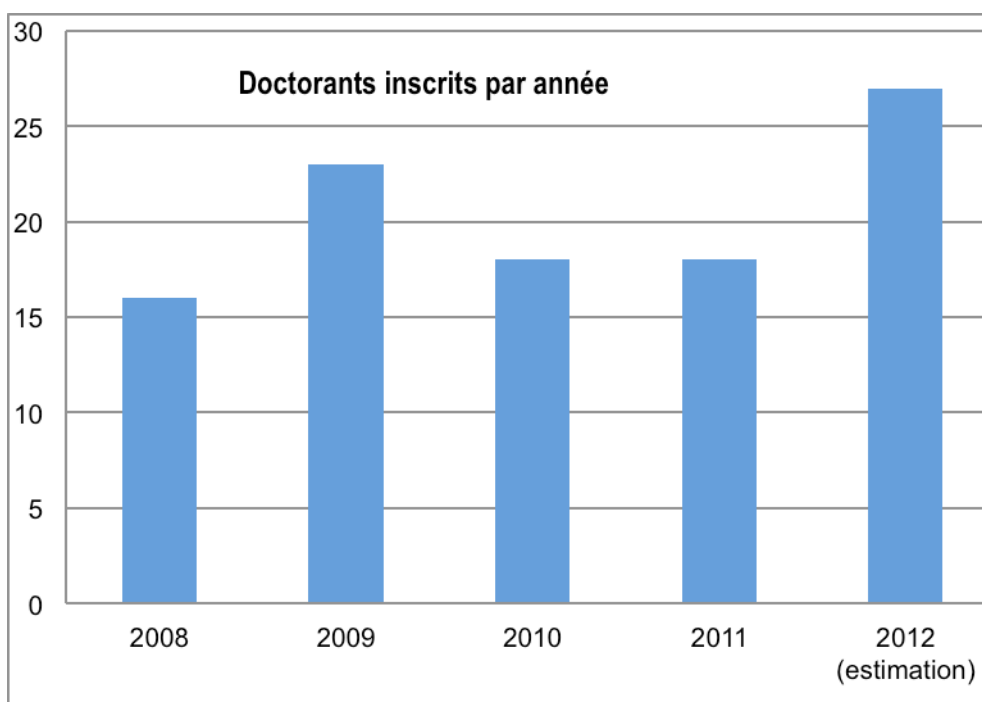
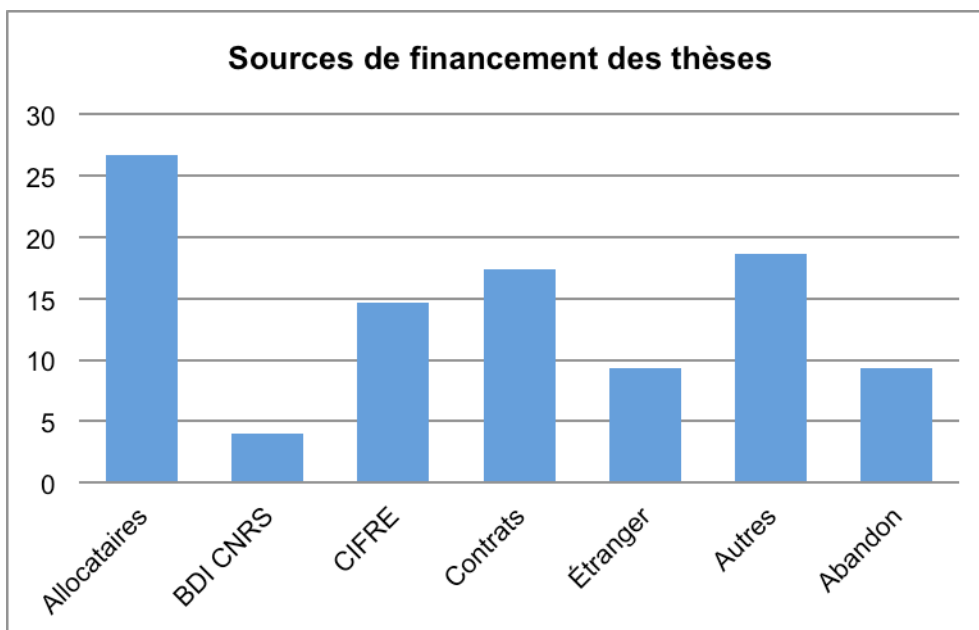
2.1. Une production scientifique soutenue

La production scientifique mesurée en nombre d'articles dans des revues à comité de lecture par équivalent temps plein recherche (1 pour les CNRS et les IR et 0,5 pour les enseignants-chercheurs) est en hausse marquée à partir de 2011. Ces articles sont comptabilisés et listés à partir d'une recherche exhaustive et étroitement contrôlée dans ISI Web, les éléments correspondants à des

préfaces, errata, revues non référencées dans IsiWeb, articles de vulgarisation ne sont pas comptés dans les ACL. Une estimation 2012 a été obtenue en multipliant par 4/3 le résultat obtenu au 9 septembre. Le résultat pour l'ensemble de l'Institut dépasse 3 ACL par ETP pour l'estimation 2012 ce qui est un excellent résultat.

Un autre indicateur de la bonne santé scientifique de l'Institut est le recrutement soutenu de jeunes CNRS, depuis 2009, trois en section 9 et une mobilité entrante, et trois en section 10. Dans certains cas, les jeunes CNRS accueillis ont préféré prendre un poste à l'Institut plutôt que des postes dotés de conditions particulièrement attractives du type chaires d'excellence en France ou à l'étranger.

L'Institut rassemble dans ses rangs un grand nombre de personnalités scientifiques reconnues nationalement et internationalement comme le montre l'Annexe 1.



2.2. Une évolution positive du nombre de doctorants

Un autre signe d'activité plus soutenue est l'évolution positive du nombre de doctorants. Il s'agit d'un objectif de l'unité affiché depuis les journées scientifiques de D'Alembert de 2009. Cet objectif est atteint grâce à une combinaison de recrutement de bons candidats pour les bourses écoles doctorales et d'activités partenariales en hausse. L'objectif pour un laboratoire de notre taille serait d'arriver à un doctorant par chercheur en moyenne soit environ soixante-quinze doctorants et donc vingt-cinq à trente nouveaux inscrits par an. Cet objectif est atteint en 2012 selon notre estimation effectuée en septembre 2012, mais celle ci est à confirmer, et la tendance doit aussi se maintenir les années prochaines.

2.3. Faits marquants

Le laboratoire compte un nombre important de personnalités scientifiques ayant reçu des prix nationaux ou internationaux ou d'autres distinctions (cf. Annexe 1) nombreuses d'entre elles ayant été décernées pendant la période. Dix-huit livres scientifiques ont été publiés avec pour auteurs des membres de l'unité. Il faut y ajouter cinquante-neuf chapitres d'ouvrages et onze ouvrages collectifs publiés sous la direction d'un membre de l'unité.

2.4. Positionnement national et international

Le laboratoire est l'un des plus importants laboratoires de l'INSIS du CNRS par le nombre de chercheurs affectés. Une analyse plus poussée doit tenir compte du fait que la place du laboratoire dans le domaine national est particulière car c'est l'un des rares, voire le seul laboratoire très actif dans les trois domaines acoustique, mécanique des solides, des structures et des matériaux, et mécanique des fluides.

Nous présentons ci dessous des analyses de la place du laboratoire dans le paysage national au milieu d'un échantillon des principaux laboratoires de chaque sous-discipline, acoustique, mécanique des fluides, mécanique des solides, méthodes numériques pour la mécanique. Ces analyses sont basées sur des tableaux réalisés entre juin et septembre 2012 à partir des données d'ISI Web of Science et sont donc uniquement indicatives. De plus, il ne faut pas voir dans ces tableaux un quelconque "palmarès" qui positionnerait d'Alembert à un certain rang dans une compétition nationale, mais le fait que le laboratoire est tout aussi légitime, en tant que pôle de recherche, dans toutes les sous disciplines de la mécanique.

2.4.1. Acoustique

Le tableau ci-dessous montre le nombre d'occurrence du numéro d'UMR des principaux laboratoires effectuant des recherches en acoustique en France, dans le Journal of the Acoustical Society of America (principale revue généraliste d'acoustique), du 01/01/2008 au 15/06/2012.

Le bon résultat obtenu est l'illustration de la stratégie de l'Institut, qui positionne avec succès l'acoustique en interaction avec toutes les branches de la mécanique, aussi bien fluide que solide. Ainsi l'Institut Jean Le Rond d'Alembert est clairement un acteur majeur de la recherche en acoustique en France. A noter que d'Alembert était jusqu'à très récemment la seule unité à adopter ce positionnement original, intégrant sur la durée les trois composantes fluides + solides + acoustique. La création récente des Instituts Pprime à Poitiers et I2M à Bordeaux, ou du Labex Celya à Lyon, conduira on l'espère à renforcer les synergies entre acoustique et mécanique au sens large au niveau national.

Unité	Ville	Numéro UMR	# occurrences dans JASA 2008-2012
LAUM	Le Mans	6613	57
D'Alembert	Paris	7190	39
LMA	Marseille	7051 (UPR)	28
LMP puis I2M	Bordeaux	5469 puis 5295	27
LOA puis Institut Langevin	Paris	7587	26
LMFA	Lyon (Ecully)	5509	25
IEMN	Lille	8520	24

2.4.2. Mécanique des solides

En mécanique des solides et des structures, la position de D'Alembert dans le paysage scientifique français est très bien assurée dans un certain nombre de domaines spéculatifs, théoriques et proches de la physique. D'Alembert ne possède aucune installation expérimentale d'envergure en mécanique du solide d'une part, et ses activités sont beaucoup plus orientées vers une approche « structures » que vers une approche « matériaux ». L'institut possède une compétence unique au plan national en méthodes asymptotiques en mécanique et cela est particulièrement vrai en mécanique du solide. Cela est manifesté par le tableau ci dessous, où dans la revue de référence du domaine, d'Alembert est très largement plus publiant que les laboratoires comparables.

Unité	Ville	Numéro UMR	# occurrences dans J. Mech. Phys. Solids 2007-2012
D'Alembert	Paris	7190	18
LMT	Cachan	6535	8
LMS	Palaiseau	7649	7
LMA	Marseille	UPR 7051	5
CDM Mines Paritech	Evry	7633	5

2.4.3. Mécanique des fluides, énergétique

En mécanique des fluides et énergétique, le laboratoire tient son rang par rapport aux grandes unités de recherche françaises de la discipline, à Marseille, Lyon, Toulouse. Quoique le laboratoire soit nettement derrière l'IRPHE et l'IMFT sur la période écoulée, sur les trois dernières années il dépasse l'IMFT et aussi l'IUSTI pour arriver en seconde position. Il a cependant moins de capacités expérimentales que ces derniers laboratoires et également ne marque pas autant le paysage en énergétique que des laboratoires de combustion comme le CORIA ou l'EM2C. Les installations du site de Saint-Cyr sont cependant remarquables, la machine de compression rapide étant par exemple un outil unique.

Unité	Ville	Numéro UMR	# occurrences dans J. Fluid Mech. 2007-2012	# occurrences dans J. Fluid Mech. 2010-2012
IRPHE	Marseille	6594	48	26
IMFT	Toulouse	5502	34	14
IUSTI	Marseille	6595	25	11
D'Alembert	Paris	7190	23	16
LMFA	Lyon (Ecully)	5509	11	6

Le laboratoire est particulièrement bien placé dans un certain nombre de thématiques numériques comme la simulation numérique directe des interfaces fluides, le développement de schémas et de méthodes pour la LES ou la quantification d'incertitudes. En témoigne le nombre important de publications dans J. Comput. Phys. qui dépasse même le nombre de publication d'un établissement à part entière comme l'INRIA (tableau ci dessous), et l'attribution d'une ANR thématique « Modèles numériques ».

Tant en mécanique des fluides qu'en mécanique du solide, le laboratoire est étroitement inséré dans le réseau national à travers des ANR et la fédération francilienne de mécanique des matériaux (F2M).

Unité	Ville	Numéro UMR	# occurrences dans J. Comput Phys 2007-2012
D'Alembert	Paris	7190	24
LJLL (Labo JL Lions)	Paris	7598	19
INRIA	Le Chesnay	-	19
IUSTI	Marseille	6595	10
IMFT	Toulouse	5502	3
LMFA	Lyon (Ecully)	5509	2
IRPHE	Marseille	6594	1

2.5. Les interactions avec l'environnement social, économique et culturel

L'interaction avec l'environnement économique francilien est manifeste à travers les conventions de recherche passées avec les entreprises, ce qui est manifeste dans les tableaux fournis et qui sera discuté plus bas dans l'analyse des ressources du laboratoire. L'interaction avec l'environnement social et culturel est surtout marquée à travers la « society-driven research » qui complète la recherche motivée purement par la quête du savoir (« curiosity-driven research ») et la recherche motivée par des préoccupations économiques (« profit-driven research »). Si l'on distingue les aspects sociaux et les aspects culturels, toutes les équipes contribuent à des recherches motivées par des besoins sociaux, si on considère par exemple la biomécanique, ou l'étude de la propagation acoustique. Dans le domaine culturel, l'équipe LAM est la plus engagée. Elle contribue de manière marquée à des actions culturelles, en lien avec le musée de la musique ou le conservatoire national de musique par exemple. Il convient de rappeler que l'équipe LAM est soutenue par le ministère de la culture.

3. L'organisation et la vie de l'unité

L'organisation et la vie de l'unité sont placées dans un cadre défini par le Règlement Intérieur, adopté définitivement après de nombreuses discussions et échanges avec les tutelles en juin 2011. Ce règlement est joint en annexe.

Le règlement prévoit outre les fonctions et structures statutaires (directeur, conseil de laboratoire) un conseil scientifique réunissant des représentants des équipes (un ou deux par équipe selon les questions à traiter). Depuis des débats à ce sujet en 2011 il a été convenu que le conseil de laboratoire se réunissait tous les premiers jeudis du mois. Le conseil scientifique se réunit fréquemment, de toutes les deux semaines à toutes les semaines. Le conseil scientifique peut s'adjoindre la responsable administrative et les responsables des trois sites afin de traiter de nature administrative et financière, formant ainsi le conseil de direction. Des assemblées générales ont lieu sur les questions importantes : grands travaux réalisés en 2010 (destinés à remodeler les espaces conçus pour les laboratoires préexistants à l'institut), bibliothèque. Tous les ans ont lieu soit des journées scientifiques où toutes les équipes présentent leurs activités de recherche, soit des journées des doctorants où tous les doctorants s'expriment chacun pendant dix minutes. Le conseil de direction s'est réuni en séminaire de direction à plusieurs reprises, une première fois à Roscoff pendant deux jours en 2009, puis en 2011 avant le lancement de la préparation de la contractualisation. Le directeur et porteur de projet a été approuvé lors d'une assemblée générale en 2012.

Des conseils de site sont mis en place depuis 2012 pour améliorer le traitement des questions touchant spécifiquement chaque site (entretien des locaux, plateaux techniques, finances). Les questions plus spécialisées sont traitées par des commissions : bibliothèque, communication, convivialité, informatique et calcul scientifique, web.

Des efforts constants sont faits pour améliorer la convivialité au sein de l'Institut, à travers l'organisation d'événements permettant une meilleure sociabilité, par exemple un pot de thèse ou un

pot de laboratoire, de salles de réunions accessibles, de tableaux blancs machine à café pour des discussions informelles à la bibliothèque ou ailleurs.

3.1. Structuration scientifique

La structuration de l'Institut en cinq équipes est une nécessité pour que les équipes conservent une taille humaine de dix à une quinzaine de permanents, ce qui permet aux décisions de se prendre à travers une concertation rapprochée si possible après une réunion de tous les membres de l'équipe.

Une granularité moins fine (par exemple trois équipes) verrait se former des sous-laboratoires et remettrait en cause l'unité de l'Institut. Outre les équipes, le prochain quinquennal viendra voir s'affirmer le rôle des axes transverses.

Une manière de voir la distribution des thèmes de recherche par équipe est donnée dans le tableau ci dessous. Un premier ensemble de thèmes sont spécifiques à une équipe. D'autres ont un début de transversalité en rassemblant deux ou trois équipes. D'autres encore rassemblent quatre équipes ou plus. L'ordre des thèmes ne correspond pas à un ordre de priorité.

	FCIH	FRT	LAM	MISES	MPIA
Granulaire	x				
Turbulence, interactions		x			
Combustion, dépollution		x			
Méthodes expérimentales et métrologie		x			
Méthodes numériques, quantification des incertitudes		x			
Perception et cognition			x		
Techniques audio			x		
Matériaux				x	
Rupture				x	
Structures				x	
Imagerie acoustique					x
Elastocapillarité	x			x	
Structures actives				x	x
Aéroacoustique		x			x
Gouttes, bulles, cavitation, écoulements multiphasiques	x	x			x
Instruments de musique	x		x	x	x
Environnement, écoulements naturels	x	x	x	x	x
Biomécanique	x	x	x	x	x

Thèmes de recherche par équipe

3.2. Implication dans la formation par la recherche.

Le laboratoire intervient fortement dans le domaine « Mécanique » de la mention « Sciences de l'Ingénieur » du master de Sciences et Technologies de l'UPMC. La plupart des enseignants de ce domaine de la mention sont membres du laboratoire et leurs enseignements sont en connexion directe avec leur activité de recherche. Les cinq équipes de recherche sont en lien direct avec les spécialités de master. Ainsi, essentiellement, les enseignants UPMC de la spécialité Acoustique proviennent des équipes « Modélisation, propagation et imagerie acoustique » et « Lutheries – Acoustique - Musique », les enseignants de Mécanique des structures et du génie civil proviennent de « Mécanique et ingénierie des solides et des structures » et ceux de Mécanique des fluides : fondements et applications et Énergétique et environnement appartiennent aux équipes « Fluides complexes et instabilités hydrodynamiques » et « Fluides réactifs et turbulence ». Le projet d'habilitation 2014-2018 de l'institut prévoit également une « Action transverse biomécanique » qui se retrouvera dans l'offre de formation par des UE de biomécanique en M1 et M2 partagées par

plusieurs spécialités (Ingénierie pour la santé, Mécanique des fluides : fondements et applications et Mécanique des structures et du génie civil).

Les chercheurs de d'Alembert sont impliqués dans l'organisation des formations à ouverture internationale, avec des cours en anglais. C'est le cas du parcours "Fluid Mechanics" de la spécialité "Mécanique des fluides : fondements et applications" qui a eu un succès particulier cette année avec 35 étudiants inscrits. Pour la nouvelle habilitation, nous envisageons aussi la création d'un parcours international, en anglais, en mécanique des solides : "Modelling and Simulation in Mechanics of Solids and Structures" à l'intérieur de la nouvelle spécialité "Mécanique des structures et du génie civil".

D'Alembert est le principal laboratoire engagé dans les parcours national d'acoustique musicale ATIAM, et dans la double licence acoustique et musique avec Paris-Sorbonne (anciennement Paris 4) .

Une réalisation majeure au plan pédagogique est la plate forme pédagogique en énergétique et dépollution de Saint-Cyr installée dans le bâtiment 10 grâce aux contributions des enseignants-chercheurs de l'institut.

Enfin d'Alembert accueille environ 70 étudiants de niveau master par an.

Toutes ces actions constituent une charge importante pour le laboratoire, ses salles de calcul et halles expérimentales. Elles mobilisent des moyens financiers significatifs et surtout des moyens humains très importants dans tous les domaines techniques (voir organigramme).

I.b. Analyse des moyens de l'unité

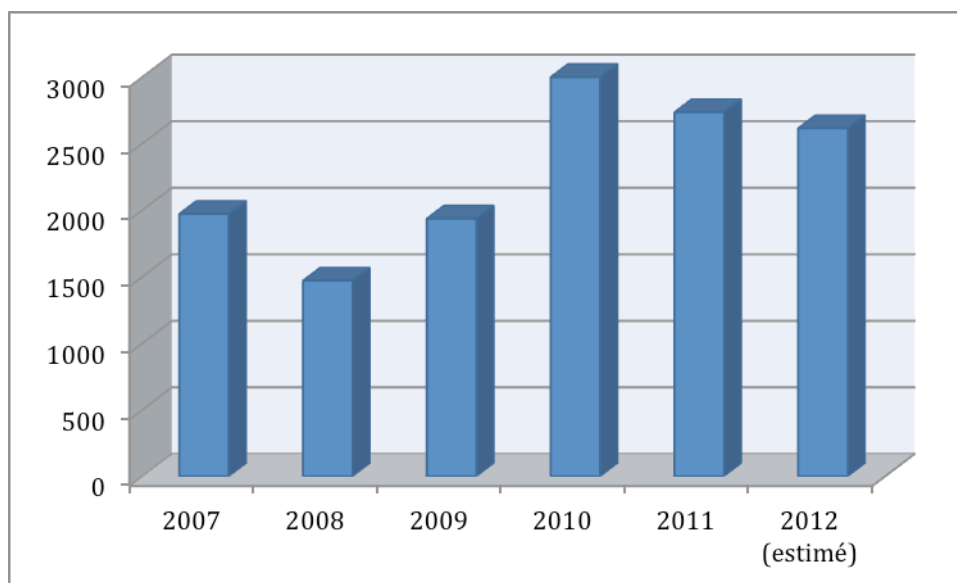
1. Evolution des moyens humains

Le tableau ci dessous montre l'évolution des moyens en personnels permanents. On constate une stabilité globale, avec toutefois une hausse marquée des personnels CNRS et une baisse des EC extérieurs à l'UPMC.

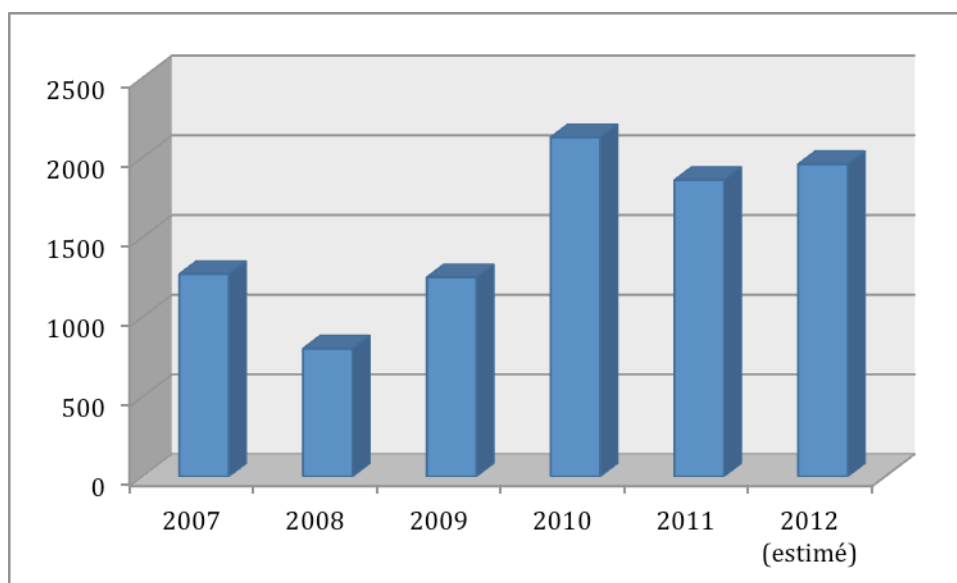
Type Personnel	2007	Octobre 2012
Chercheurs et IR	24	30
Enseignants-Chercheurs	50	45
UPMC	44	44
Non-UPMC	6	1
Personnel d'Appui à la Recherche présent statutaire	27	27
ITA CNRS	9	9
IATSS UPMC	18	18

2. Evolution des moyens financiers

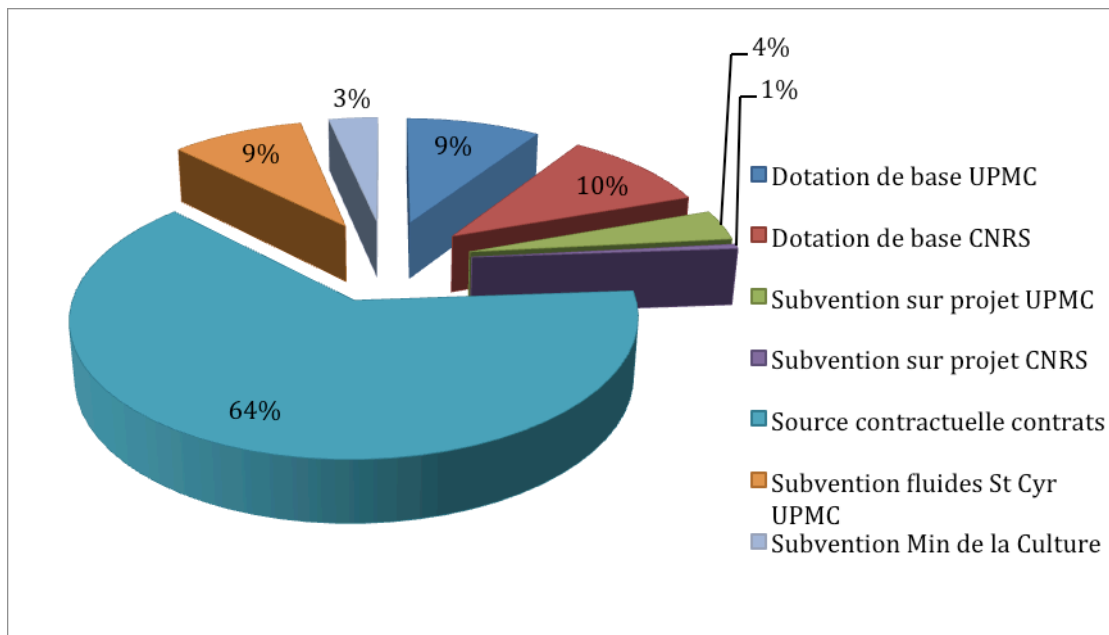
2.1. Ressources financières



Ressources propres et subventions hors masse salariale d'état.



Ressources propres seules.



Repartition des sources de financement par tutelle et par catégorie pour 2007-2011

L'évolution des ressources financières du laboratoire est en dents de scie, ce qui est surtout dû à une masse importante de conventions de recherche impactant 2010. Il y a une légère baisse prévue en 2012 qui est due à une baisse des financements des tutelles, qui n'est pas compensée par la hausse (estimée) des ressources propres. Il faut noter que les coûts supportés par le laboratoire augmentent également : plus de doctorants signifie plus de dépenses de matériel et de missions, les locaux réclament un entretien croissant qui n'est pas toujours et en totalité assuré par les services centraux, les normes de sécurité progressent etc.

Le récurrent est réparti pour moitié environ en dotation aux équipes, en proportion de leur nombre de chercheurs. Ce système permet aux équipes de se concerter pour une meilleure utilisation de ces moyens.

L'institut demande à ses chercheurs titulaires de conventions de recherche de consacrer 15% du montant hors salaire de ces conventions aux besoins communs du laboratoire. Il s'agit de charges telles que un bibliothécaire sous contrat, une gestionnaire sous contrat en attendant le remplacement par l'UPMC d'une gestionnaire partie, de contributions à l'entretien des locaux et des terrains (à Saint-Cyr) et de dépenses de recherche. Pour ces dernières, certaines sont communes comme le cluster de calcul, pour d'autres plus circonscrites à certaines équipes un appel d'offres est lancé chaque année, et un certain nombre de projets sont financés après avis du conseil scientifique et du conseil de laboratoire.

2.2. Plates formes

L'Institut maintient trois plates formes de recherches identifiées et en opération et une en projet. Il s'agit du centre de calcul en mécanique des fluides numériques (voir annexe « informatique et calcul scientifique »), du centre d'imagerie submillimétrique localisé à Jussieu en salle Savart, et de la plate forme « Combustion alternative, imagerie acoustique et dépollution » située sur le site de Saint-Cyr. Ces plates formes ont reçu le soutien de l'UPMC à travers une grande part des crédits d'investissement, et du CNRS, puisque ce dernier a financé une partie du cluster de calcul et des caméras rapides, et que le CNRS apporte le poste d'IE de Pascal Ray qui gère le cluster.

Des plates formes supplémentaires sont en cours de mise en place, comme la chambre anéchoïque, voir la partie projet.

2.3 Charges non financées : plates formes, enseignement.

Il est important pour comprendre la structure financière de l'institut de rappeler l'importance des charges non financées. L'institut maintient un certain nombre de plates formes d'enseignement et de recherche à l'aide de ses ressources propres, avec une dotation nulle à ces équipements en 2012.

L'enseignement notamment sur le site de Saint-Cyr l'École sollicite également de façon très importante les personnels IATSS alors que ceux ci sont comptabilisés comme des personnels de recherche.

II. Organigramme fonctionnel et règlement intérieur

L'organigramme est donné dans les deux pages suivantes. Le règlement intérieur est donné en Annexe 2 dans un fichier séparé. La réalisation de ce règlement intérieur a été un chantier majeur : elle a mobilisé pendant deux ans le conseil de laboratoire, une assemblée générale mémorable rassemblant l'ensemble des personnels techniques et une commission règlement intérieur composée de plusieurs représentants de chacun des trois sites avec l'aide des DRH CNRS et UPMC.

Elle a été l'occasion d'une confrontation intéressante entre la culture de liberté absolue de l'enseignant-chercheur dans l'organisation de son travail et le droit et la pratique du travail qui fixe des obligations de présence au travail applicables à tous les salariés.