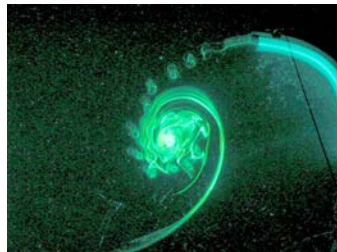
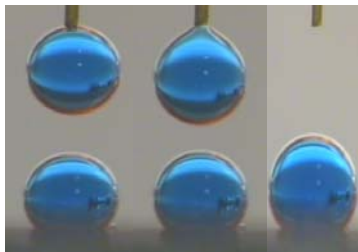


## RAPPORT D'ACTIVITE 2002-2005

Novembre 2005



RAPPORT D'ACTIVITE  
2002 – 2005  
ET  
PERSPECTIVES

Novembre 2005

**LEGI UMR 5519**

BP 53 – DOMAINE UNIVERSITAIRE 38041 GRENOBLE CEDEX 9  
TEL 33 4 76 82 50 28 – FAX 33 4 76 82 52 71  
MEL : LEGI@HMG.INPG.FR    [HTTP://WWW.LEGI.HMG.INPG.FR](http://www.legi.hmg.inpg.fr)



# SOMMAIRE

Avant-Propos

## **PARTIE 1 : PRESENTATION GENERALE ET PERSPECTIVES 1**

1.1	Descriptif du LEGI .....	3
1.1.1	Ressources humaines .....	4
1.1.2	Structures et organisation fonctionnelle .....	19
1.2	Bilan scientifique .....	27
1.3	Bilan financier .....	45
1.4	Moyens du laboratoire .....	55
1.4.1	Installations expérimentales et moyens d'essais .....	56
1.4.2	Dispositifs d'instrumentation .....	59
1.4.3	Moyens de calculs .....	61
1.5	Perspectives .....	67
1.5.1	Prospective scientifique .....	67
1.5.2	Ressources humaines .....	73
1.5.3	Moyens financiers .....	77
1.5.4	Le projet GEMME.....	81

## **PARTIE 2 : BILAN ET PROSPECTIVE DES EQUIPES 85**

Plaquette tournante Coriolis (CORIOLIS) .....	89
Ecoulements Diphasiques et Turbulences (EDT) .....	99
Ondes de gravité et hydrodynamique sédimentaire (HOULE) .....	111
Modélisation des Ecoulements Océanique à Moyenne et grande échelle (MEOM) .....	121
Microfluidique Interfaces Particules (MIP) .....	139
MOdélisation et Simulation de la Turbulence (MOST) .....	149
Phénomènes et Applications Magnétohydrodynamiques, Interfaces Réactives (PAMIR) .....	157
Transfert de Chaleur et de Matière (TCM) .....	165
Turbulence Hydrodynamique, Environnement et Ondes (THEO) .....	179
TURBOMachines et CAVitation (TURBOCAV) .....	191

## **PARTIE 3 : BILAN QUANTITATIF 201**

3.1	Ouvrages .....	203
3.2	Contributions à ouvrages .....	204
3.3	Publications dans des revues .....	206
3.4	Communications avec actes .....	223
3.5	Conférences sur invitation .....	254
3.6	Thèses soutenues et H.D.R. ....	257
3.7	Les activités internationales .....	262
3.8	Les activités nationales .....	266
3.9	Les brevets licenciés et logiciels .....	276
3.10	L'information scientifique et technique et diffusion de la culture scientifique .....	277

## **ANNEXES**

Annexe 1 : Description synthétique de l'activité des ITA-ITAOS .....	283
Annexe 2 : Description synthétique de profils de postes .....	289
Annexe 3 : Plan de formation .....	295
Annexe 4 : Hygiène et sécurité .....	303
Annexe 5 : Projet immobilier GEMME .....	309

## Avant-propos

*La période quadriennale en cours (2003-2006) a vu se succéder deux équipes de Direction. Jacques Verron a en effet dirigé le LEGI de 2001 à 2004, et j'ai eu le plaisir de l'accompagner en tant que Directeur-Adjoint, rejoint en cela en 2003 par Jean-Paul Thibault en tant que responsable du dossier immobilier GEMME. Jacques Verron a été l'initiateur d'importantes évolutions. Au plan interne, avec notamment la mise en place du Conseil de Prospective et de l'Appel d'Offre du LEGI. Au niveau Grenoblois, avec le lancement de l'initiative La Mesa visant au regroupement de laboratoires du secteur de la mécanique, et qui s'est ensuite élargie au pôle GEMME - Génie de la Mécanique, des Matériaux et de l'Environnement. Ses actions ont eu un impact positif certain, et se répercutent très largement sur la situation actuelle du LEGI.*

La nouvelle Direction, mise en place en 2005, a pour objectif premier d'amplifier le rayonnement scientifique du laboratoire : elle s'inscrit donc dans la continuité, et vise notamment à la consolidation des actions engagées par l'équipe précédente.

Concernant le positionnement du laboratoire, les pages qui suivent devraient convaincre le lecteur que le LEGI est avant tout lié à une discipline, la mécanique des fluides et des transferts, et qu'il s'attache à relever des défis de nature fondamentale qui, dans ce domaine, restent d'une formidable ampleur. Pour cela, le LEGI n'hésite pas à faire appel à d'autres disciplines, telle la physique et les mathématiques appliquées notamment, ni à développer des collaborations à l'échelle nationale aussi bien qu'internationale.

Ce rapport devrait aussi montrer que, dans le même temps, le LEGI est en prise directe et forte avec les enjeux sociétaux au travers de ses contributions qui irriguent de nombreux domaines applicatifs allant de milieux naturels à des systèmes industriels, au travers de ses collaborations multiformes avec le secteur aval incluant des activités significatives en valorisation, et enfin par sa large implication dans la formation. L'investissement du laboratoire dans ce domaine se concrétise non seulement par la formation de docteurs mais aussi de stagiaires de tous horizons, et devrait encore s'amplifier dans le cadre des projets de plateformes recherche-formation-industrie élaborés en collaboration avec plusieurs entités de formations de l'INP et de l'UJF.

Cet équilibre entre recherches à caractère fondamental et à caractère plus finalisé constitue, à mon sens, un premier gage de la bonne santé du laboratoire. Un second réside dans les femmes et les hommes qui le composent, et, à cet égard, l'investissement des membres du LEGI dans le développement et l'activité du laboratoire est exemplaire.

Les évolutions du LEGI au plan interne :

L'un des rôles d'une structure de laboratoire est de favoriser l'innovation et la production scientifique. Il s'avère, malheureusement, que les tâches de gestion et d'administration associées au métier de chercheur s'alourdissent très sensiblement, et ce sans comptabiliser les charges spécifiques pesant sur les enseignants-chercheurs. Dans ce contexte, les missions d'accompagnement et d'assistance des services administratif et technique internes s'avèrent de plus en plus importantes. Les évolutions en termes d'organisation évoquées dans ce rapport devraient contribuer à améliorer encore ces services. Un renforcement des ressources humaines aux niveaux Ingénieur, Technicien et Administratif s'avère parallèlement indispensable.

Plus largement, l'activité scientifique s'accommode difficilement de sollicitations multiples et en flux tendu, et nous souhaitons que nos tutelles oeuvrent ensemble à la simplification et à l'harmonisation des modalités d'interaction avec leurs laboratoires, en particulier dans les domaines de l'administration et de la gestion.

Par ailleurs, l'autonomie marquée des équipes du LEGI constitue l'une des forces du laboratoire, et une telle organisation doit être maintenue, tout en promouvant parallèlement une large dynamique collective et plus de solidarité au sein du laboratoire. Les équipes, en tant qu'entités vivantes et évolutives, contribuent en particulier de manière essentielle à l'animation scientifique. Toutefois, et face aux enjeux actuels en recherche, je suis convaincu que le renforcement du positionnement scientifique du LEGI passe par une meilleure valorisation des larges compétences présentes au laboratoire. Les travaux de prospective présentés dans ce document, mettent en effet en exergue plusieurs pistes riches et motivantes au plan scientifique, et qui portent en elles les germes de projets d'envergure. Ces projets devraient prendre corps durant la prochaine période quadriennale : ils requièrent un renforcement des synergies entre thématiques. Plusieurs d'entre eux gagneraient aussi à se concrétiser au travers d'une évolution des contours de certaines équipes.

Les évolutions du LEGI au plan externe :

Le laboratoire doit maintenir et renforcer sa présence aux niveaux européen et national : les projets récemment acceptés montrent que le laboratoire est bien positionné à cet égard. De même, au niveau régional, plusieurs initiatives se développent en lien avec le pôle Envirhônalp (Pôle Rhône-Alpes Environnement pour un Développement Durable) et le pôle de compétitivité EnRRDIS (Energie renouvelables en Rhône-Alpes Drôme Isère Savoie) auxquelles le laboratoire prend largement part. Le LEGI est aussi étroitement impliqué dans la vie des Universités Grenobloises : en particulier, il a joué et joue un rôle actif dans l'émergence de la communauté GEMME, regroupant onze laboratoires dont les activités relèvent de l'ingénierie et de l'environnement. Ces laboratoires sont des partenaires naturels du LEGI dans sa démarche d'ouverture vers d'autres disciplines et/ou domaines d'applications. Les synergies inter-laboratoires commencent à prendre corps au travers de projets scientifiques communs et de la mutualisation de certains services. Cette communauté a d'ailleurs récemment proposé à l'Université Joseph Fourier et à l'Institut National Polytechnique de Grenoble de structurer GEMME en un « pôle » de recherche commun. Nous voulons croire que cette démarche répond aussi aux ambitions de nos tutelles universitaires, et qu'elle pourra se concrétiser à l'occasion du prochain contrat quadriennal.

Parallèlement, la communauté GEMME s'est associée à l'OSUG (Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble) pour initier un projet patrimonial d'envergure. Ce projet immobilier GEMME-Envirhônalp revêt une importance cruciale pour l'avenir du LEGI, en termes de développement de l'activité scientifique mais aussi pour solutionner de nombreux problèmes de sécurité. Le laboratoire est très mobilisé sur cette question. Grâce au soutien de l'ensemble de nos tutelles, le financement de la première tranche de ce projet est en très bonne voie. Le LEGI, comme ses laboratoires partenaires, compte sur toutes ses tutelles pour mener l'intégralité de ce projet à terme.

Pour clore cet avant-propos, je veux tout d'abord remercier l'ensemble des personnels du LEGI, qui ont tous contribué, à divers niveaux, à l'élaboration de ce rapport. Mes derniers remerciements vont aux membres de l'équipe de direction actuelle - Geneviève Chavand, Responsable administrative, Pierre Brasseur et Jean-Paul Thibault, Directeurs-Adjoints – dont j'apprécie au quotidien les hautes qualités humaines, le professionnalisme et le fort degré d'investissement dans la vie du laboratoire.



Alain Cartellier

Directeur du LEGI

# 1

## **PRESENTATION GENERALE ET PERSPECTIVES**





## 1.1 DESCRIPTIF DU LEGI

Le LEGI est une Unité Mixte de Recherche (UMR 5519) du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), de l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) et de l'Université Joseph Fourier (UJF).

Créée en 1992, cette unité a été dirigée successivement par G. Binder (1992-1995), E. Hopfinger (1996-2000) et J. Verron (2001-2004). Tous ont été secondés par G. Chavand en tant que Responsable administrative de l'unité.

Son intitulé même fait apparaître la spécificité de ce laboratoire qui développe des recherches fondamentales en mécanique des fluides et transferts, ouvertes sur des problématiques industrielles aussi bien que géophysiques. Depuis sa création, le LEGI est rattaché au Département des Sciences pour l'Ingénieur du CNRS, et interagit étroitement avec le Département Sciences de l'Univers. À l'occasion de la réorganisation du CNRS, le LEGI a vu sa demande de double rattachement satisfaite puisque le LEGI dépend maintenant des deux nouveaux départements « Ingénierie » et « MIPPU » (Mathématiques, informatique, physique, planète et univers) auquel sont désormais rattachés l'INSU et le SDU.

Ce laboratoire rassemble en moyenne 170 personnes dont plus de 70 permanents et plus de 60 doctorants. Ses activités se partagent entre plus de 4 600 m<sup>2</sup> (SU) de locaux de l'INPG situés sur le Domaine Universitaire de Saint Martin d'Hères et 950 m<sup>2</sup> (SU) dédiés à la plateforme Coriolis située sur le Polygone scientifique. En outre, deux équipes du LEGI collaborent sous conventions avec le CEA, de sorte que plusieurs membres du laboratoire sont accueillis et parfois hébergés au sein du Greth et du LETI.

Le LEGI a des liens étroits avec plusieurs Écoles Doctorales communes à l'UJF et l'INPG, en particulier avec les écoles « Mécanique et Energétique » et « Terre, Univers, Environnement » et, dans une moindre mesure, avec les Écoles Doctorales de « Physique », de « Matériaux et Génie des Procédés » et de « Mathématiques, Sciences et Techniques de l'Information ».

Le LEGI est actuellement rattaché à l'UFR de Mécanique de l'UJF, et à l'ENS d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble de l'INP. Via l'équipe MEOM, le LEGI est aussi reconnu par l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble (OSUG). Le LEGI interagit aussi avec de nombreuses autres structures de formations grenobloises dont plusieurs autres écoles d'ingénieurs de l'INP ainsi que l'IUT.

Le LEGI est largement ouvert sur la communauté nationale et internationale, aussi bien au niveau de ses activités scientifiques que de ses recrutements.

Plusieurs de ses membres sont investis dans des fonctions et/ou des responsabilités collectives auprès de nos tutelles mais aussi aux plans national et international.

Enfin, et sur le plan du rayonnement scientifique, l'élection en 2003 de Marcel LESIEUR à l'Académie des Sciences est sans conteste le fait le plus marquant de l'actuelle période quadriennale.

## 1.1.1. RESSOURCES HUMAINES

Au 1<sup>er</sup> Juillet 2005, les effectifs du LEGI (hors mises en disponibilité) s'établissent comme suit :

- 49 Chercheurs permanents : 20 CNRS - 11 INPG - 18 UJF
- 22 ITA et ITAOS dont 3 contractuels pour 19,7 ETP (équivalent temps plein) se répartissant entre :
  - Postes statutaires : 11,7 ETP CNRS - 3,8 ETP INPG - 2,5 ETP UJF
  - Postes contractuels sur budget propre : 1,7 ETP
- 65 doctorants dont 7 thèses extérieures
- 8 DRT dont 7 externes
- 15 Post-Doctorants et ATER

auxquels s'ajoutent typiquement plus d'une vingtaine de visiteurs et de stagiaires d'origines variées.

Pour être complet quant au support technique dont bénéficie le LEGI, il faut mentionner le soutien de services communs structurés autour de l'ENSHMG/INPG et incorporant aussi des personnels UJF : ce soutien, qui provient essentiellement des services Réseau, Patrimoine, Visualisation-Reprographie et Atelier de Mécanique peut être estimé à environ 0.7 ETP. Le laboratoire bénéficie aussi du soutien des différents services attachés à nos tutelles.

En termes de sections du Comité National de la recherche scientifique pour les chercheurs, et du Conseil National des Universités pour les enseignants-chercheurs, la répartition des membres permanents est la suivante :

- CNRS : **14** en Section 10 (Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation)  
**6** en Section 19 (Système Terre: enveloppes superficielles).
- UJF : **1** en Section 28 (Milieux denses et matériaux)  
**1** en Section 37 (Météorologie, océanographie physique et physique de l'environnement)  
**10** en Section 60 (Mécanique, génie mécanique, génie civil)  
**6** en Section 62 (Energétique, génie des procédés)
- INPG : **11** en Section 60 (Mécanique, génie mécanique, génie civil)

4

Le nombre d'Habilités à diriger des recherches s'établit à 32 chercheurs et enseignants-chercheurs. Ce chiffre s'est significativement renforcé ces dernières années, en partie suite aux incitations des directions successives du LEGI.

Le tableau ci-dessous illustre l'évolution des effectifs du LEGI sur les cinq dernières années, ainsi que la projection attendue pour fin 2005 / début 2006. Il apparaît que le laboratoire accueille en période « de pointe » plus de 180 personnes.

	2001	2002	2003	2004	2005	Fin 2005
Chercheurs et enseignants-chercheurs	46	48	47	46	49	53
ITA	27	27	25	22	22.5	23.5
Doctorants	64	63	67	62	65	65
Post-doctorants	10	9	7	10	14	14
Stagiaires* - visiteurs	37	38	42	36	33	33
Total	174	171	182	171	183.5	187.5

\* PFE d'élèves-ingénieurs, Stages de Licence, Master 1 et Master 2, DUT

Liste des Chercheurs et Enseignants Chercheurs au 01/07/05

NOM	GRADE	SECTION	HABILITATION	ORGANISME DE RATTACHEMENT
ACHARD Jean -Luc	DR2	10	X	CNRS
ALEMANY Antoine	DR2	10	X	CNRS
AYOUB Nadia	CR1	19		CNRS
BARNIER Bernard	DR2	19	X	CNRS
BARRE Stéphane	CR1	10	X	CNRS
BOURGOIN Mickaël	CR2	10		CNRS
BRASSEUR Pierre	CR1	19		CNRS
CARTELLIER Alain	DR2	10	X	CNRS
DAVOUST Laurent	CR1	10	X	CNRS
FLOR Jan Bert	CR1	19	X	CNRS
FRANC Jean-Pierre	DR2	10	X	CNRS
HOPFINGER Emil	DRCE	10	X	CNRS
HURTHER David	CR2	10		CNRS
MICHALLET Hervé	CR1	10		CNRS
PELLONE Christian	CR1	10	X	CNRS
PENDUFF Thierry	CR2	19		CNRS
SOMMERIA Joël	DR2	10	X	CNRS
THIBAUT Jean Paul	CR1	10		CNRS
VERRON Jacques	DR1	19	X	CNRS
VOISIN Bruno	CR1	10		CNRS
BARTHELEMY Eric	PR2	60	X	INPG
COGNET Gérard	PRCE	60	X	INPG
FAVRE MARINET Michel	PR1	60	X	INPG
FORTES PATELLA Régiane	MCF	60	X	INPG
GONCALVES Eric	MCF	60		INPG
KUENY Jean-Louis	PR1	60	X	INPG
LESIEUR Marcel	PRCE	60	X	INPG
LESPINARD Georges	PRCE	60	X	INPG
MAITRE Thierry	MCF	60	X	INPG
METAIS Olivier	PR1	60	X	INPG
SECHET Philippe	MCF	60		INPG
BAUDET Christophe	PR2	28	X	UJF
BONTEMPS André	PR1	62	X	UJF
CANEY Nadia	MCF	62		UJF
CHOLLET Jean-Pierre	PR1	60	X	UJF
COSME Emmanuel	MCF	37		UJF
GAGNE Yves	PR1	60	X	UJF
JOUSSELLIN Florence	MCF	60		UJF
LARROUDE Philippe	MCF	60		UJF
LE PERSON Stéphane	MCF	62		UJF
LISMONDE Baudouin	MCF	60	X	UJF
MARTY Philippe	PR1	62	X	UJF
MATHAS Jean-Philippe	MCF	60		UJF
McCLUSKEY Francis	PR2	62	X	UJF
PLUNIAN Franck	MCF	60	X	UJF
SOLECKI Jean-Charles	MCF	62		UJF
SOUCEMARIANADIN Arthur	PR1	60	X	UJF
STAQUET Chantal	PR2	60	X	UJF
TARDU Sedat	MCF	60	X	UJF

**RECAPITULATIF**

<b>Chercheurs et Enseignants-chercheurs</b>	<b>49</b>
<b>INPG</b>	<b>11</b>
Professeurs	7
Maîtres de Conférences	4
<b>UJF</b>	<b>18</b>
Professeurs	8
Maîtres de Conférences	10
<b>CNRS</b>	<b>20</b>
DR	8
CR	12
<b>Habilités à Diriger des Recherches</b>	<b>32</b>

Le récapitulatif ci-contre ne tient pas compte des situations suivantes :

Disponibilité jusqu'au 31/08 puis mi-temps pour mandat électif à compter du 01/09/05 au 31/08/06

JANIAUD Béatrice	MCF	60		UJF
------------------	-----	----	--	-----

Disponibilité jusqu'au 30 avril 2008

RENOUARD Dominique	DR2	10	X	CNRS
--------------------	-----	----	---	------

Recrutements à l'automne 2005

FERROUILLAT Sébastien	MCF	62		UJF
PIROTAIS Frédéric	MCF	62		UJF
WIRTH Achim	CR1	19		CNRS

### ► LISTE DES INGENIEURS, TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS AU 01/07/05

NOM	GRADE	ETP*	ORGANISME DE RATTACHEMENT
BARBIER NEYRET Jean-Paul	IE1	1	CNRS
BARNOUD Jean-Marc	TCS	1	UJF
BEGOU Patrick	IR2	1	CNRS
BOURHY Nicole	TCS	1	CNRS
BRANKART Jean-Michel	IR2	1	CNRS
BRASSEUR Josiane	2D	0,5	CDI ADR
CARECCHIO Pierre	IE2	1	CNRS
CHAMPAVIER Sylvie	Ag. Adm	0,8	INPG
CHAVAND Geneviève	AI	0,9	CNRS
DIDELLE Henri	IR0	1	CNRS
GERMINARIO Julie	3D	0,5	CDD CNRS
GOVART Vincent	Aj T	0,5	UJF (CDD Sup. Budgétaire)
GUILMARD Loïc	AI	1	INPG (CDD Sup. Budgétaire)
HOLLARD Elsa	2D	0,7	CDD INPG
KUSULJA Mile	TCN	1	INPG
LAGAUZERE Muriel	IE2	0,8	CNRS
MERCIER Stéphane	TCN	1	UJF
MOLINES Jean Marc	IR1	1	CNRS
RIONDET Michel	AI	1	CNRS
TERRIER Laurent	IE2	1	INPG
VIBOUD Samuel	IE2	1	CNRS
VIRONE Joseph	TCN	1	CNRS

\* Equivalent Temps Plein

Le récapitulatif ci-contre ne tient pas compte des situations suivantes :

Renouvellement de la mise en disponibilité du 01/07/05 au 30/07/07

PILAUD Alain	AI	0,5	CNRS
--------------	----	-----	------

Recrutements en fin d'année 2005 ou début 2006

GOVART Vincent	TCN Bap C	0,5	UJF
REVERCHON Kevin	AI Bap E	1	INPG
VIGNAL Laure	IR2 BAP C	1	CNRS
<b>En 2006</b> MOREAU Gabriel	IR2 BAP E	1	Accueil sur poste NOEMI

RECAPITULATIF :

<b>Ingénieurs</b>	<b>22</b>
<b>Techniciens et Administratifs</b>	
<b>INPG</b>	<b>4</b>
<b>UJF</b>	<b>3</b>
<b>CNRS</b>	<b>12</b>
<b>CDI ADR</b>	<b>1</b>
<b>CDD</b>	<b>2</b>

## ▶ MOUVEMENTS DE PERMANENTS 2002 – 2005

Le LEGI a connu un renouvellement notable et des recrutements (par concours ou mutation) de qualité.

En ce qui concerne les chercheurs et enseignants-chercheurs, nous avons bénéficié depuis 2002 d'une mutation de Professeur, de trois recrutements de Chargés de Recherche et de six recrutements de Maîtres de Conférences (cf. tableau ci-dessous). Sur ces dix arrivées, cinq sont intervenues en 2005 dont trois avec prise de fonction à l'automne. À ces mouvements, s'ajoute en 2005 le stage d'une année de N. Ayoub (CR, LEGOS) au LEGI. Les départs sur cette même période sont au nombre de trois.

	DEPARTS		RECRUTEMENTS	
CNRS	CANOT E. CR1 (10) FINCHAM A. CR1 (10)	02 Mutation 04 Radiation	HURTHER D. BOURGOIN M. WIRTH A.	03 CR2 Section 10 04 CR2 Section 10 05 CR1 Section 19
UJF	WATTEL B. MCF (62)	04 Mutation	SOUCEMARIANADIN A. CANEY N. COSME E. MATAS JP PIROTAIS F. FERROUILLAT S.	02 Prof. (60) 03 MCF (62) 05 MCF (37) 05 MCF (60) 05 MCF (62) 05 MCF (62)
INPG			GONCALVES E.	02 MCF (60)

7

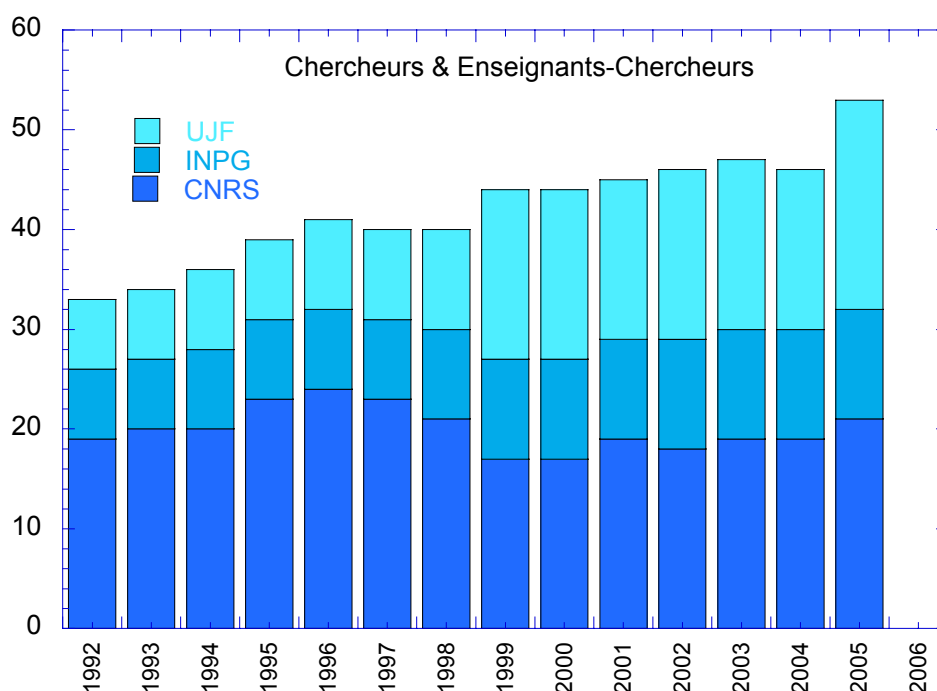
Par périodes quadriennales, la comparaison s'établi à :

- 1995-1998 : 11 arrivées (5 CR, 4 MC, 2 PR) pour 6 départs (2 CR, 2 DR, 2 MC)
- 1999-2002 : 13 arrivées (3 CR, 1 DR, 4 MC, 5 PR) pour 7 départs (4 CR, 2 DR, 1 PR dont une mise en disponibilité de longue durée)
- 2003 → : 8 arrivées (3 CR, 5 MC) pour 2 départs (1 CR, 1 MC)

✓ Cette croissance régulière des effectifs CEC (chercheurs et enseignants-chercheurs) du LEGI est une tendance qui ne se dément pas depuis la création du laboratoire. Cet accroissement témoigne de la reconnaissance par nos tutelles de la qualité des projets issus du laboratoire ainsi que de la valeur des candidats présentés, candidats qui sont d'ailleurs le plus souvent externes. Cette tendance moyenne masque deux évènements significatifs :

- l'intégration de nombreux personnels UJF en 1998-1999, principalement liée à la constitution de l'équipe commune de thermique LEGI-GRETh avec le CEA,
- la baisse notable des effectifs CNRS entre 1996 et 1999, liée en partie à des retraites et mobilités mais surtout à des promotions CR → PR assorties de mobilité géographique.

Ces deux mouvements ont conduit à une inversion du ratio Enseignants-Chercheurs / Chercheurs qui est supérieur à l'unité depuis 1999.



NB : Les données pour 2005 correspondent à la situation attendue au 1/01/2006.

En ce qui concerne les ITA et ITARF, d'importants départs à la retraite sont intervenus en 2003-2004 :

	DEPARTS		RECRUTEMENTS	
<b>ITA CNRS</b>	BAUDOIN J. LAGARDE M. MAREC G. JAY J.C. GRAS R.	03 Retraite 03 Retraite 03 Retraite 04 Retraite 04 Mutation	CHAVAND G.  MOREAU G.	03 détachement puis 04 Intégration 05 Mutation
<b>IATOS UJF</b>	JBARA A. T 50% BUCHE X. T 50%	02 Mutation 04 Concours	JBARA A. T 50% BUCHE TCN GOVART V. 50%	02 Mutation 02 Mutation 05 Supp. Budgétaire
<b>IATOS INPG</b>	CHABALIER C. CHAVAND G. GUILMARD L., AI	02 Mutation 03 Détachement 05 Concours	CHAMPAVIER. Ag.A GUILMARD L. AI	02 Mutation 04 Supp. Budgétaire

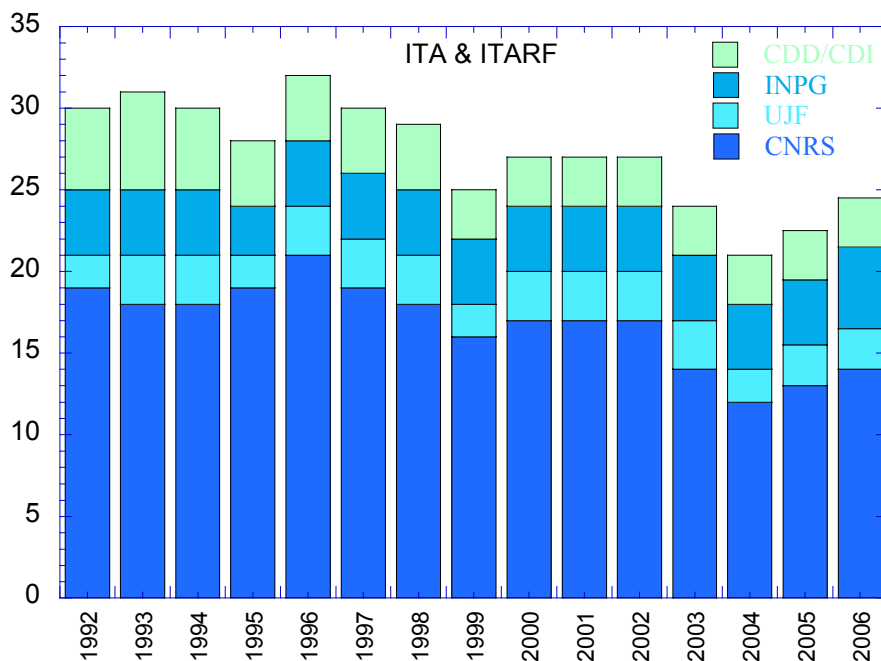
Le laboratoire a vécu des mouvements similaires lors des précédentes périodes quadriennales :  
1995-1998 : 10 arrivées (mutations : 5 ITA, 2 ITARF ; concours : 3 ITARF) pour 10 départs (7 retraites ; mutations 2 ITARF, 1 ITA)

1999-2002 : 11 arrivées (mutations : 1 ITA, 4 ITARF ; concours : 2 ITARF, 4 ITA) pour 12 départs (6 retraites, 5 mutations ITARF, 1 concours)

2003 → : 3,5 arrivées (1 intégration ITA, 1 concours ITARF, 1,5 Support budgétaire ITARF) pour 8 départs (4 retraites ; mutations 1 ITARF, 1 ITA : détachements : 1 ITARF, 1 ITA)

Ces chiffres témoignent d'une érosion nette du soutien ITA/ITARF depuis 1999, soutien qui a atteint en 2004 un niveau critique par rapport à l'ampleur et à la diversité des activités du LEGI. Une appréciation plus juste, et encore plus préoccupante, de la situation consisterait à prendre en compte les ETP : en Juillet 2005, les 22 agents attachés au LEGI (hors disponibilités) représentent 19,7 ETP.

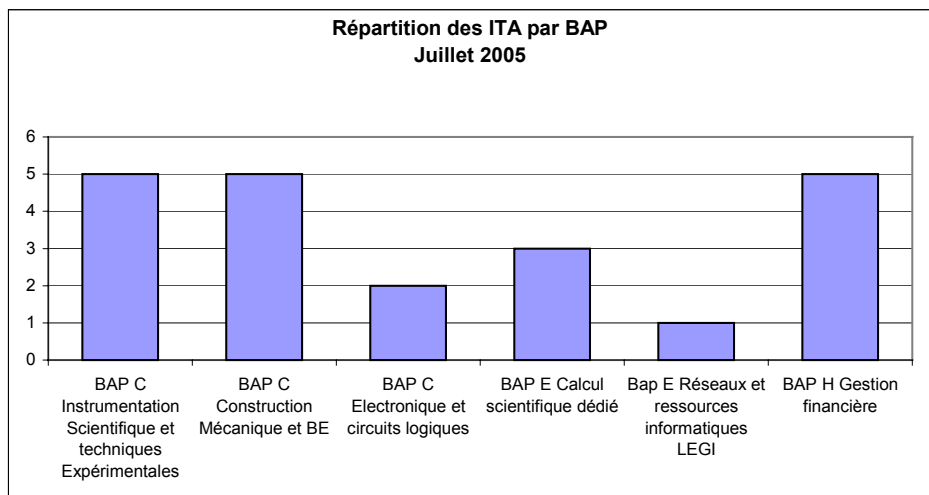
Cette hémorragie est étroitement liée à la pyramide des ages : son ampleur devrait se réduire dans les années à venir, tout en restant significative avec trois départs en retraite attendus dans les quatre ans. Parallèlement, une inversion de cette tendance semble enfin se dessiner fin 2005 avec l'attribution de deux nouveaux postes par le CNRS : un poste d'IR en instrumentation (concours), poste affiché comme une priorité du laboratoire depuis 2001, et un poste d'IR en informatique (mutation). Au premier Janvier 2006, le LEGI comptera donc 24 ITA/ITARF pour 21,7 ETP. En outre, les postes de Technicien en mécanique (UJF, 50%) et d'Assistant-Ingénieur en informatique (INP) seront pourvus de personnels titulaires.



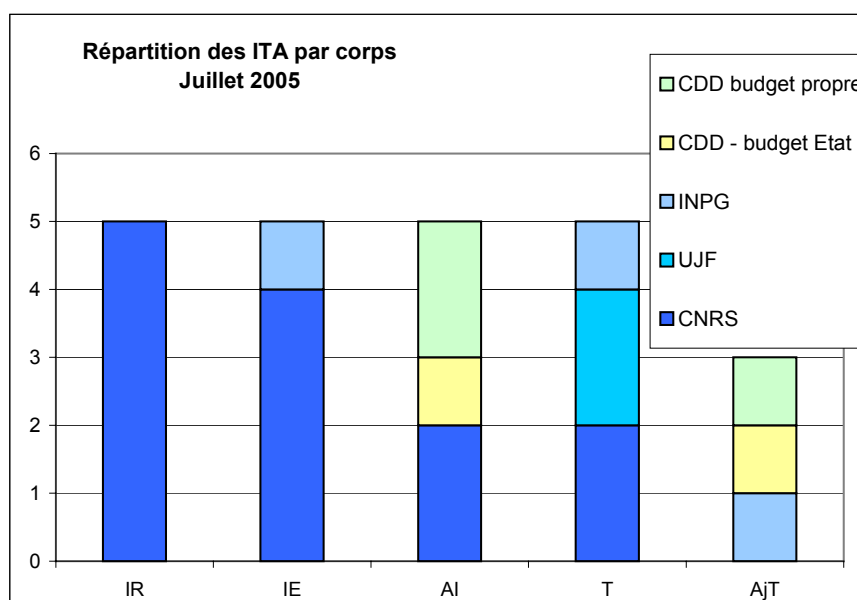
✓ L'opposition des deux dynamiques, croissance des CEC / diminution des ITAs, a pesé et va encore peser lourdement sur le laboratoire malgré les deux arrivées prochaines d'ITA. **Le ratio ITA/chercheurs a en effet chuté de 0,74 (1995-1998) à 0,58 (1999-2002) puis à 0,46 (2003 → 2005) alors qu'il était de 0,90 à la création du laboratoire.**

La diminution du soutien ITA/ITAOS n'a pas empêché une évolution marquée des métiers. Historiquement majoritaires dans les domaines de la conception et de la construction mécanique, les compétences des ITA du LEGI se sont progressivement déployées vers l'assistance à de l'expérimentation fine et vers le renforcement du soutien au calcul scientifique dédié, comme l'illustre la répartition ci-dessous. Parallèlement, les charges liées aux questions d'hygiène et de sécurité se sont notablement renforcées.





La répartition des ITA/ITAOS par corps et par établissement fait apparaître un déficit marqué de postes de niveau IE et surtout IR en provenance des tutelles universitaires.



10

## ► PROMOTIONS

Pour les ITA et ITAOS, le bilan des promotions depuis 2002, extrêmement maigre, n'est certainement pas à la hauteur des mérites et des services effectifs rendus par les personnels du laboratoire. Les blocages de promotion sont manifestes, notamment en ce qui concerne les tutelles universitaires. Cet état de fait n'est pas récent, le bilan des promotions depuis 1993 s'établissant (hors concours, et hors sélection professionnelle) à 1 UJF / 0 INPG / 6 CNRS. De tels blocages de promotions nuisent à une gestion harmonieuse des ressources humaines et doivent être levés.

	2002	2003	2004	2005
CNRS	JC. Jay ( passage IE1 – IEHC)	néant	néant	néant
INPG	néant	néant	néant	néant
UJF	néant	néant	néant	néant
ADR			J. Brasseur (passage 3D – 2D)	

Concernant les promotions et concours de chercheurs et enseignants-chercheurs, le bilan est le suivant :

	2002	2003	2004	2005
CNRS	H. Michallet (passage CR1)	A. Cartellier (concours DR2)	néant	néant
INPG		E. Barthélémy MCF (Concours PR)	P. Marty, Prof (passage PR1)	
UJF	néant	néant	néant	néant

Les possibilités de passage MC → PR restent rares et doivent être renforcées. En particulier, les recrutements PR à l'UJF sont associés à une clause de mobilité géographique systématique. Cette contrainte devrait être assouplie, notamment pour des Maîtres de Conférences porteurs d'une thématique de recherche essentielle pour un laboratoire et jouant déjà de fait un rôle de manager scientifique.

### ▶ DELEGATIONS / CRCT / AMENAGEMENTS DE SERVICE

Avec l'appui du laboratoire, un nombre significatif d'enseignants-chercheurs ont et/ou vont bénéficier d'une délégation CNRS ou d'une CRCT.

NOM		DATE D'EFFET	DUREE
STAQUET Chantal (UJF)	Délégation CNRS	2001/2002 – 2002/2003	2 ans
FORTES-PATELLA Régiane (INPG)	Délégation CNRS	2002/2003 – 2003/2004	2 ans
BAUDET Christophe (UJF)	Délégation CNRS	2004/2005	1 an
MAITRE Thierry (INPG)	CRCT	2004/2005	1 an
PLUNIAN Franck (UJF)	Délégation CNRS	2004/2005 – 2005/2006	2 ans
LESIEUR Marcel (INPG)	Délégation CNRS	2005/2006	1 an

Parallèlement, le Conseil scientifique de l'UJF a décidé de favoriser les aménagements de service des nouveaux Maîtres de Conférences, et le LEGI soutient activement cette politique. Dans les faits, la mise en œuvre de cette mesure n'est hélas pas systématique. Ainsi, la mise en place de ces allègements est effective du côté de l'UFR de Mécanique alors qu'elle est actuellement bloquée du côté IUT.

## ► LISTE DES DOCTORANTS ENCADRES PAR UN CHERCHEUR DE L'UNITE (ANNEE UNIVERSITAIRE 2004/2005)

Une vingtaine de nouveaux doctorants sont accueillis au LEGI chaque année. Se rajoutent un nombre significatif de thèses encadrées ou co-encadrées à l'extérieur du LEGI au sein de laboratoires partenaires (LMC, CSBT...) ou d'organismes (CEA, ONERA, CEMAGREF, IFREMER...).

Ces doctorants sont principalement rattachés aux Ecoles Doctorales « Mécanique et énergétique » (>70%) et « Terre, Univers, Environnement » (>20%). Un petit nombre d'entre eux émargent aux écoles Grenobloises de « Physique », de « Matériaux et Génie des Procédés » et de « Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information » ou bien encore à des écoles dépendantes d'autres centres universitaires.

L'origine des doctorants est diversifiée : ainsi en 2004, 13 doctorants sont issus de formations situées hors du bassin Grenoblois, et 10 de centres de formation étrangers.

Le mode de financement des doctorants internes se répartit comme indiqué ci-contre. La durée moyenne des thèses préparées au LEGI s'établit à 40 mois, avec une seule inscription en cinquième année au 1/07/2005.

### RECAPITULATIF :

<b>Total Doctorants</b>	<b>65</b>
<b>dont extérieurs</b>	<b>7</b>
Bourses MENESR	24
BDI (cofinancées)	5
Région Rhône-Alpes	1
AMN	1
DGA	6
ADEME	2
CNES	3
CEA	2
Cemagref	1
CIFRE/org. privés	3

12

NOM	DIRECTEUR DE THESE	ORGANISME FINANCEUR	ECOLE DOCTORALE**	ETB
AHMAD Maha	A Bontemps <b>CSTB*</b>	Bourse Gvt français	ME	UJF
ALNAGA Ahmed	JL. Kueny	LEGI/EGIDE	ME	INPG
ANDREOTTI Marcello	A. Cartellier P. Séchet	CAPES (Gv Brésilien)	ME	INPG
AVALOS ZUNIGA Raul	F. Plunian C. Staquet	SPHERE CONACYT (Mexique)	ME	INPG
BALARAC Guillaume	M. Lesieur O. Métais	MENSR + Monitorat	ME	INPG
BAVIERE Roland	M. Favre Marinnet F. Ayela CRTBT	MENSR	ME	UJF
BEN RAYANA Fares	A. Cartellier E. Hopfinger	MENSR	ME	INPG
BERLINE Léo	P. Brasseur, J. Verron	BDI/CNES	TUE	UJF
BIGOT Jérôme	P. Marty	CIFRE / Peugeot PSA	ME	UJF
BOITEL Guillaume	JP. Franc	BDI/CNES	ME	INPG
BOTZUNG Maxime	P. Marty M. Latroche	CEA	ME	UJF
BOUILLON François	JP. Thibault, S. Tardu	MENSR	ME	UJF
BOURRILHON Thibaut	JP. Thibault	CIFRE Siemens	ME	UJF
BRICAULT Mickaël	E. Barthélémy D. Hurther	MENSR Monitorat	TUE	UJF
BRODEAU Laurent	B. Barnier AM. Treguier	CDD Shom	TUE	UJF
BRUCH Arnaud	A. Bontemps	ADEME	ME	UJF
BROQUET Grégoire	P. Brasseur J. Verron	DGA/DSP	TUE	UJF
BRULFERT Guillaume	JP. Chollet	Région Rhône-Alpes	TUE	UJF
CAILLEAU Sylvain	B. Barnier, E. Blayo	DGA/CNRS	TUE	UJF
CARITEAU Benjamin	E. Hopfinger JB. Flor	MESR	ME	UJF
CASTRUCCIO Frédéric	P. Brasseur J. Verron	BDI/CNES	TUE	UJF
CHAXEL Eric	JP. Chollet	MENSR	TUE	UJF
CHEMEL Charles	JP. Chollet	MENSR	ME	UJF
CHOFFAT Thierry	R. Fortes-Patella	MENSR	ME	INPG
CIENFUEGOS Rodrigo	E. Barthélémy P. Bonneton	CROUS & CONICYT	TUE	INPG
DECAMP Sabine	J. Sommeria	DGA/CNRS	TUE	UJF
DOCHE Olivier	S. Tardu	MENSR	ME	UJF
DOLINSKI Radu	T. Maitre M. Damian	AUF	ME	INPG
DRAZEK Laurent	L. Davoust	MESR	Physique	UJF
FAURE Xavier	F. Jousselin <b>CSTB*</b>	ADEME/CSTB	ME	UJF
GAMRAT Gabriel	M. Favre Marinnet S. Le Person	MESR	ME	INPG

GERVAIS Philippe	C. Baudet	AMN ATER 1/2tps	ME	UJF
GUYEZ Estelle	JB.Flor E.Hopfinger	DGA/CNRS	ME	UJF
HASAN Ghattfan	A. Alémany	Gvt Syrien	ME	INPG
HASSAN Walid	S. Barre <b>CEA Saclay</b>	CEA/CNES	ME	INPG
HELALI Assia	JL.Kueny	EGIDE	ME	INPG
HERMOSILLA LARA Guillaume	P. Marty, K. Hassoumi <b>LIMHP</b>	MENSR	ME	UJF
HERVIEUX Gaëlle	B.Barnier T. Penduff	MENSR	TUE	UJF
KAMALINEZHAD Maryam	E. Barthélémy, H.Michallet	SFERE	TUE	UJF
LALO Marie	A.Cartellier A. Strzelecki <b>CERT ONERA*</b>	DGA/CNRS	EDYF	SupAéro
LANGLAIS Chlotilde	B. Barnier <b>ENSEET*</b>	MENSR	SEM	ISITV Toulon
LINDQUIST Claudio	JP. Thibault	Bourse CNPq (Brésil)	ME	UJF
MAHDIZADEH Mahdi Mohammed	C. Staquet	Gvt Français et iranien	TUE	UJF
MAZELLIER Nicolas	Y.Gagne	MENSR	ME	UJF
MAIDI Mohamed	M. Lesieur	MENSR	ME	INPG
MATHON Philippe	A.Alémany	DGA/CNRS	ME	INPG
MITYAR Hédi	A. Alémany	MENSR	ME	INPG
MONTESINO Stéphane	J.P. Thibault S. Tardu	MENSR	ME	UJF
MUNCH Cécile	O. Métais	BDI/CNES	ME	INPG
NACEREDDINE Rabie	S.Tardu	Bourse Indu. Algérie	ME	UJF
NOURI Abdallah	G. Cognet	Bourse Indu. Algérie	ME	INPG
PEYROT Marine	F. Plunian	MENSR	TUE	UJF
PICARD Cyril	L. Davoust,	MENSR	ME	INPG
PLOESTEANU Cristina	T. Maitre, JL. Achard	MENSR	ME	INPG
POGGI Frédéric	A. Bontemps	CEMAGREF	ME	UJF
POUFFARY Benoît	R. Fortes Patella	CNES	ME	INPG
ROBERT Céline	J. Verron E. Blayo <b>LMC*</b>	CDD INSU	Math Info	UJF
ROLLAND Julien	R. Fortes Patella E.Goncalves	CNES	ME	INPG
ROYON Aude	A. Cartellier, E.Hopfinger	BDI/CNES	ME	UJF
ROUX Jean Maxime	JL. Achard	CEA	ME	INPG
SANSONE Eugenio	C. Pellone	Gvt Vénézuéla/ France	ME	INPG
SHUI Huan Ruei	S. Tardu	Bourse Gvt français	ME	UJF
VADILLO Damien	A .Soucemarianadin	MENSR	ME	UJF
VOGIN Cédric	A. Alémany	CIFRE Technicatome	ME	INPG
ZOPPE Béatrice	T. Maitre, C. Pellone	MENSR	ME	INPG

\* thèse externe

\*\* Ecoles Doctorales :

ME : Mécanique et Energétique

Math Info : Mathématiques, Sciences et Technologie de l'Information

TUE : Terre, Univers et Environnement

EDYF (Energétique et DYnamique des Fluides)

Physique

SEM (Sciences de l'Environnement Marin – Toulon)

### ► LISTE DES THESES SOUTENUES AU COURS DES QUATRE DERNIERES ANNEES (1/10/2001 AU 1/10/2005 ENVIRON) ET DEVENIR DES DOCTORANTS

NOM	DATE DE SOUTENANCE	MODE DE FINANCEMENT	ED DE RATTACHEMENT	SITUATION PROFESSIONNELLE Au 30/09/05
Agostini B.	10/2002	ADEME	Energétique Physique - INPG	POST-DOC ETR, Lausanne
Al Radi M.	02/2004	ETR	Génie des procédés - INPG	POST-DOC FR, LEGI
Aldayah F.	03/2004	ETR	Génie des procédés - INPG	SUP Univ. d'Alep
Avalos Zuniga R.	02/2005	ETR	Mestrado - Brésil	POST-DOC ETR Rossendorf Dresde
Bavière R.	09/2005	A	MFT - INPG	POST-DOC FR LETI/CEA
Beer A.	05/2003	A	Mécanique et Energétique Toulouse	POST-DOC FR, CERFACS
Bordas M.L.	12/2002	CIFRE	Energétique Physique - INPG	Privé, Cabinet Didier Martin
Bouillon F.	12/2004	A	MFT - INPG	Privé, Realix technologies/Altran

Brulfert G.	11/2004	COLL TERR	MMGE - UJF	POST-DOC ETR, Canada
Cailleau S.	12/2004	DGA/CNRS	Ocean-Atmosph. UPS Toulouse	POST-DOC FR, IFREMER
Camenen B.	04/2002	A	MMGE - UJF	POST-DOC ETR, Japon
Carteau B.	07/2005	A	MFT - INPG	POST-DOC ETR, UK
Challier G.	12/2002	A	MFT - INPG	Privé, Snecma
Chanut J.	07/2003	DGA/CNRS	Signal, Image, Parole - UJF	POST-DOC FR, Mercator
Chatelain A.	09/2004	CDD ADR	Dispense	Privé, Technicatome
Chaumat S.	12/2002	AMN	Physique - ENS Lyon	Enseignant Classes Prépa
Clément-Rastello M.	09/2002	A	MMGE - UJF	CNRS
Coutier Delgousha O.	11/2001	A	MFT - INPG	SUP
Crispel S.	05/2002	A	Génie des procédés Toulouse	Privé, Air Liquide
Da Silva P.	11/2001	ETR	Master Univ. de Lisbonne	SUP Univ. d'Aveiro
Debost F.	06/2004	BDI CNRS	Signal, Image, Parole UJF	Privé, Banque Genève
Drazek L.	10/2004	A	Méthodes Physiques expérimentales et Instrumentation	Biomérieux
Etienne J.	09/2004	A	Math Appli - UJF	POST-DOC ETR UK
Faugeras B.	10/2002		UCB Lyon	POST-DOC FR, IRD
Gervais P.	05/2005	AC	Traitement du signal Paris XI	Attente emploi post-doc ou ens. Sup.
Haghighi Khoshkhou R.	06/2004	ETR	Dispense	SUP Power and Water Institute of Technology Iran
Hauët G.	12/2003	A	Aérodynamique et Mécanique des fluides Poitiers	POST-DOC ETR, Ecole d'Ingénieurs Aéronautiques de Madrid
Hebrard J.	10/2004	A	Energétique Physique INPG	POST-DOC FR, CNES Evry
Hong M.G.	03/2003	Eiffel	Master - Corée	Korea Aerospace Research Institute, Space Propulsion Division
Kamalinezhad M.	12/2004	ETR	Master Océanographie Iran	SUP Univ. d'Ahwaz
Kerbiriou M.A.	03/2004	A	MMGE - UJF	Privé, Sté Wind Systems
Kharicha Moulay A.	02/2003	A	MFT - INPG	POST-DOC ETR, Coventry Lehrstuhl für Modellierung und Simulation metallurgischer Prozesse
Lachamp P.	12/2003	CEMAGREF	Math Appli - Marseille	Inconnue
Magri St.	12/2002	A	CPCA - UJF	Douanes
Ahmad M.	11/2004	Gvt français	Energétique Physique - INPG	POST-DOC ETR, Univ. Illinois
Maidi M.	11/2004	A	MFT - INPG	POST-DOC FR, LMD
Marmottant P.	12/2001	AC	Physique des liquides Paris VI	CNRS
Michel F.	10/2003	CEA	Energétique, EC Paris	CEA, Ing. Saclay
Moulin F.	10/2002	AC	MMGE - UJF	SUP
Pham Thi K. L.	01/2002	COLL TERR	MFT - INPG	SUP Vietnam
Pham P.	12/2001	Biomérieux	Modèles et instruments en Médecine et Biologie	CEA, Ing. LETI
Ploesteanu C.	12/2004	A	MFT - INPG	Recherche d'emploi
Pouffary B.	12/2004	CNES	Thermique et énergétique - EC Lyon	CNES
Poulain C.	09/2003	A	MFT - INPG	CEA
Praud O.	10/2002	AC	Physique statistique et phénomènes non linéaires, Lyon 1	SUP
Reboussin Y.	12/2003	CIFRE	Mécanique, Univ. Valenciennes	Privé, consultant cabinet propriété industrielle
Reynaud S.	07/2003	A	MFT - INPG	Privé, Framatome Creusot
Robert C.	12/2004	CDD INSU	Mécanique des fluides Univ. Aix-Marseille2	POST-DOC FR, LMC
Rossi L.	10/2001	DGA/CNRS	MFT - INPG	POST-DOC ETR Imperial College UK
Royon-Lebeaud A.	03/2005	BDI CNRS-CNES	MFT - INPG	Privé, IFP
Sadoux S.	11/2001	A	MMGE - UJF	Recherche d'emploi

Sandu M.	11/2003	ETR	Master - Univ. Tech. Bucarest	SUP Univ. Tech. Construction Bucarest
Sarboch J.	11/2002	Gvt français	Dispense	Privé, Siemens Prague
Shiu H. R.	12/2004	ETR	Master Mechanical Eng. Univ Taiwan	Ingénieur, Taiwan
Sous D.	12/2003	AC		ATER
Thivolle Cazat E.	09/2003	DGA/CNRS	Dispense	Privé, Renault
Vejrazka J.	12/2002	COLL TERR	Master Univ. Technique Prague	Chercheur, Czech Technical Univ. Prague
Vogin C.	01/2005	CIFRE	Energétique Physique - INPG	Inconnue
Zoppe B.	11/2004	A	MFT - INPG	Recherche d'emploi

A : Allocataire Ministère

AC : Allocation Couplée Ministère

ETR = boursier d'un gouvernement étranger

L'avenir professionnel des doctorants constitue une préoccupation forte du laboratoire, et les efforts sont déployés dans ce sens au niveau de l'information (ABG, ...) mais surtout, et plus directement, par l'investissement des encadreurs (conseils, mises en contact...). Bien que des enquêtes globales soient menées par les établissements (cf. rapports MSH-Alpes/CNRS), les taux de retour sont très fluctuants entre écoles doctorales, de sorte qu'il n'est pas aisé de suivre le devenir des doctorants du LEGI. Afin de combler cette lacune, le laboratoire a entamé la collecte de ce type d'information. Les premiers éléments disponibles indiquent que les doctorants du LEGI se placent plutôt bien, avec une proportion de plus de 30 % dans le secteur privé comme le montre le récapitulatif ci-dessous portant sur les thèses soutenues depuis 2001. En revanche, les données actuellement disponibles ne permettent pas de quantifier les durées entre date de soutenance et date de première embauche.

SITUATION	NOMBRE	%
Secteur privé (France et Étranger)	19	32,1
Ens. Supérieur et recherche (France)	5	8,5
Autres emplois (France)	2	3,4
Ens. Supérieur et recherche (Étranger)	7	11,9
Post-doctorant & ATER	20	33,9
Sans emploi	4	6,8
Situation inconnue	2	3,4
Total	59	100

### ► LISTE DES DRT ENCADRES PAR UN CHERCHEUR DE L'UNITE (ANNEE UNIVERSITAIRE 2004/2005)

Depuis 2003, le nombre de DRT encadrés par des CEC de l'unité a augmenté de manière significative, le flux moyen annuel s'établissant entre quatre et cinq DRT. La plupart de ces DRT sont réalisés au sein d'entreprises. Quelques-uns se déroulent au sein même du laboratoire.

NOM	ENCADREUR(S)	SUJET	DATE DE DEMARRAGE OU DE SOUTENANCE	STRUCTURE D'ACCUEIL
BOUDEHENN François	N. Caney	Transfert hygrothermique dans les parois du bâtiment	09/2006	CSTB
DEREIMS Nicolas	P. Marty	Calorimétrie haute température en environnement haute activité	09/2007	CEABALRHO Bagnols sur Cèze
GUITTET Linda	T. Maitre	Outil de pré-dimensionnement des hydroliennes Darrieus : aspects expérimental et numérique	Soutenu Juin 2005	EDF/ADEME LEGI
MARIOTTO Mathieu	N.Caney	Etude numérique et expérimentale d'échangeurs à haute température pour les réacteurs nucléaires à caloporteurs gaz de 4ème génération	09/2006	CEA/Greth

MARRO Guillaume	P. Marty	Refroidissement par fluide d'une pile à combustible	11/2005	AXANE
RENOU Thibaut	M.Favre-Marinet S. Le Person	Modélisation des écoulements diphasiques gaz-eau dans les distributeurs de PEMFC à canaux	10/2006	CEA/SETTLTGD
SIGURVNNSON J.	A. Bontemps	The production of hydrogen by high temperature electrolysis and alkaline electrolysis in a context of sustainable et development	11/2005	CEA/DEN/SERMA Service d'Etudes des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées, Saclay
VACHER Sébastien	S. Le Person	Caractérisation et optimisation d'un prototype de pompe à chaleur fonctionnant avec du propane	09/2006	CEA/Gréth

### ► DRT SOUTENUS (2002 – 2005)

NOM	ENCADREUR(S)	SUJET	DATE DE SOUTENANCE	STRUCTURE D'ACCUEIL
ALLAMAN Sandrine	A. Soucemarianadin	Impacts de gouttes et pénétration dans des milieux poreux	Soutenu 10/2003	AGFA-GEVAERT
BEILLE F.	P. Marty	Humidification des gaz en l'entrée de pile à combustible	Soutenu 2004	CEA/GRETh
BOURRILON Thibaut	JP. Thibault	Tuyères diphasiques à jet de brouillard	Soutenu 10/2003	DGA/CNRS
BOUZON Christophe	A. Bontemps	Développement d'échangeurs de chaleur microstructurés	Soutenu 10/2004	CEA/GRETh
CECCOTTI Arnaud	P. Marty	Simulation numérique des procédés de fonderie	Soutenu 2003	CEA/GRETh
FUCHS Olivier	JL. Achard	Electro-coalescence de micro-gouttes pour systèmes d'analyses biologiques	Soutenu 09/2003	CEA/LETI
GARNIER Gaelle	B. Lismonde	Modélisation thermohydraulique de l'entreposage des combustibles nucléaires	Soutenu 10/2004	CEA Grenoble
GUITTET Linda	T. Maitre	Outil de prédimensionnement des hydroliennes Darrieus : aspects expérimental et numérique	Soutenu Juin 2005	EDF/ADEME/LEGI
JACQUIER Damien	S. Le Person	Distribution de froid par coulis de glace stabilisée. Etude du comportement sous cyclage thermique	Soutenu 10/2004	CEA/GRETh
MARTIN Laurence	P. Marty	Etude d'un récupérateur pour turbine à gaz	Soutenu 2003	CEA Grenoble
RESSEGUIER C.	A. Bontemps	Caractérisation d'un système embarqué de production d'oxygène	Soutenu 11/2004	AIR LIQUIDE
ROMANET Anthony	S. Le Person	Développement d'unités de dessalement par compression mécanique de vapeur de faible capacité composées de matériaux polymères	Soutenu 02/2003	CEA/Gréth

► **AUTRES CHERCHEURS NON-PERMANENTS ACCUEILLIS EN 2004/2005 POUR UNE DUREE SUPERIEURE OU EGALE A 6 MOIS**

NOM	CATEGORIE	DATE D'ARRIVEE DANS L'UNITE	DATE DE DEPART DE L'UNITE	ETABLISSEMENT	FINANCEMENT
AL RADI Mahmoud	Post-Doc	02/04	12/05	UJF - Floralis	Technicatome
AZZI Abbes	Post-Doc	01/05	08/05	INPG	Bourse post-doc AUF
BRULFERT Guillaume	Post-Doc	12/04	08/05	CNRS	Financement interne
CHEVILLARD Laurent	Post-Doc	10/04	09/05	CNRS	Bourse Post-Doc SPI -CNRS
LE SOMMER Julien	Post-doc	10/04	10/05	CNRS	Contrat Européen MERSEA
LUCAS Marc	Post-doc	04/05	04/06	CNRS Toulouse	SHOM
OURMIERES Yann	Post-doc	02/04	02/07	CNRS	Contrat Européen MERSEA
PIROTAIS Frédéric	ATER	09/04	08/05	UJF	
PLOESTEANU Cristina	ATER	12/04	08/05	INPG	
PRAUD Olivier	Post-Doc	03/05	09/05	INPG SA	Contrat Arjowiggins
ROBERT Céline	Post-doc	12/04	05/05	INSU	CNES
ROZIER David	Post-doc	07/03	12/05	UJF	SHOM
SKACHKO Sergey	Post-doc	09/04	08/06	CNRS	Contrat Européen MERSEA
WIRTH Achim	Post-doc	07/03	09/05	UJF	SHOM

17

► **CHERCHEURS NON PERMANENTS ACCUEILLIS AU LEGI POUR UNE DUREE SUPERIEURE OU EGALE A 6 MOIS (2002 –2004)**

NOM	CATEGORIE	DATE D'ARRIVEE DANS L'UNITE	DATE DE DEPART DE L'UNITE	ETABLISSEMENT	FINANCEMENT
ASENDRYCH Dariusz	Visiteurs	05/2002	10/2002	INPG	Contrat européen Screen Clean
BAUMBACH Volker	Post-doc	06/2003	06/2004	INPG	CNES
BECKMAN Aike	Visiteurs	04/2002	09/2002	CNRS	Chercheur associé
BELGHAZI Mourad	Post-doc	10/2001	09/2002	UJF	Financement interne
BETTENCOURT DA SILVA Carlos	Post-doc	10/2001	09/2002	UJF	SHOM
BIROL Florence	Post-doc	03/2002	10/2003	UJF	Contrat européen TOPAZ
COUTIER DELGOSHA Olivier	ATER	10/2003	09/2004	INPG	
DARBON Anne	Post-doc	10/2001	10/2002	ADR.INSU CNRS, UJF	Financement interne
EDWARDS Neil	Post-doc	06/2000	03/2002	UJF	SHOM
ERMANIOUK Evgueny	Post-doc	09/2001	08/2002	UJF	Bourse Post-doc Ministère
GALMICHE Martin	Post-doc	10/2000	02/2004	UJF/ADR	SHOM
GERKEMA Theo	Post-doc	11/2002	10/2004	UJF	SHOM
HALL Nicholas	Post-doc	04/2001	09/2004	UJF	Bourse Marie Curie



PAVIA Edgar	Visiteurs	09/2001	06/2002	UJF	
PICCINALI Jean-Guillaume	Post-doc	01/2002	12/2002	UJF	Contrat européen TOPAZ
ROSSI Lionel	Post-doc	10/2001	07/2002	UJF	Contrat européen COSINUS
TALANDIER Claude	Post-doc	06/2002	01/2003	UJF	SHOM
TESTUT Charles Emmanuel	Post-doc	01/2001	12/2002	UJF	Contrat européen TOPAZ

Aux tableaux précédents s'ajoutent plusieurs chercheurs confirmés accueillis au sein du laboratoire sur des durées de l'ordre de quelques mois, ainsi que deux personnes impliquées dans des opérations d'incubation (Incubateur GRAIN) en lien avec nos tutelles :

NOM	OPERATION
GLUCK Stéphane	Sté Ascension Photonics
LOPEZ Brice	Sté Siliflow

### ► ETUDIANTS ACCUEILLIS EN STAGE, (ANNEE UNIVERSITAIRE 2004/2005)

Le LEGI est largement impliqué dans l'accueil de stagiaires, depuis les stages de collège jusqu'à des PFE d'écoles d'ingénieurs en passant par des stages de licence, master, DUT etc... Le flux s'établit typiquement à une quarantaine d'étudiants par année. Leur origine est là encore diversifiée avec 80 % issus du bassin Grenoblois, 17 % d'autres centres français et enfin plusieurs étudiants venant de l'étranger (Pologne, Espagne, Allemagne, Inde ...).

NB : Le bilan des stagiaires pour les années précédentes est mentionné dans les rapports d'équipes en partie 2.

18

STAGIAIRE	FORMATION	EQUIPE D'ACCUEIL	DATE D'ARRIVEE	DATE DE DEPART
Atares J.	ETSIA Madrid PFE (Erasmus)	MOST	01/03/2005	31/08/2005
Gaudin E.	Ecole Navale PFE	TURBOCAV	29/08/2005	10/11/2005
Drouelle S.	Ecole Navale PFE	TURBOCAV	29/08/2005	10/11/2005
Herman M.	EFPG PFE	EDT	31/01/2005	24/06/2005
Combret S.	ENSEEIH 1ère année	HOULE	20/06/2005	30/07/2005
Fingant M.	ENSHMG, 2ème année	CORIORIS	13/06/2005	05/08/2005
Besnier P.	ENSIAME 1ère année	EDT	05/09/2005	20/01/2006
Courade N.	ENSTA 2ème année	EDT	02/05/2005	02/07/2005
Chabal J.	IUT Génie Electrique et Informatique Industrielle	MIP	14/04/2005	08/07/2005
Rohr F.	IUT Génie Mécanique et Productive	EDT	12/09/2005	17/02/2006
Mack C.	IUT Génie Mécanique et Productive	EDT	27/09/2004	25/02/2005
Lloret J.	IUT Génie Thermique	PAMIR	12/09/2005	09/12/2005
Escoffier A.	IUT Génie Thermique	EDT	11/04/2005	17/06/2005
Cherifi Y.	IUT Mesures Physiques	PAMIR	06/06/2005	12/08/2005
Montane M.	IUT Mesures Physiques	TURBOCAV	18/04/2005	24/06/2005
Guiraud O.	L3 Mécanique, UJF	THEO	11/04/2005	11/06/2005
Laisne S.	L3 Mécanique, UJF	EDT	11/04/2005	01/07/2005
Bethoux R.	Magistère Mécanique, UJF	THEO	11/04/2005	11/06/2005
Cartier N.	Magistère Mécanique, UJF	CORIORIS	11/04/2005	11/06/2005
Grenier M.	Magistère Mécanique, UJF	CORIORIS	11/04/2005	11/06/2005
Nadifi A.	Magistère Mécanique, UJF	CORIORIS	11/04/2005	11/06/2005
Ogno C.	Magistère Mécanique, UJF	CORIORIS	11/04/2005	11/06/2005
Vannier O.	Magistère Mécanique, UJF	CORIORIS	11/04/2005	11/06/2005

Bissey E.	Maitrise MAI, UJF	EDT	11/04/2005	01/08/2005
Houichi H.	Master 1 Informatique, UJF	TCM	13/06/2005	15/09/2005
Mamadou A.B.	Master 1 Mécanique, UJF	TURBOCAV	02/05/2005	22/06/2005
Zanina M.	Master 1 Mécanique, UJF	EDT	02/05/2005	17/06/2005
Calteau M.	Master 1 Physique et Ingénieries Physique, UJF	THEO	28/03/2005	30/06/2005
Grandchamp X.	Master 1 PSE, Univ. Toulon-Var	THEO	01/06/2005	01/09/2005
Attamanesh A.	Master 2 MFT, INPG	TURBOCAV	01/02/2005	30/06/2005
Bar A.	Master 2 MFT, INPG	TCM	01/02/2005	30/06/2005
Chikhi A.	Master 2 MFT, INPG	THEO	07/02/2005	30/06/2005
Fargant C.	Master 2 MFT, INPG	THEO	01/02/2005	30/06/2005
Frassy J.	Master 2 MFT, INPG	MIP	14/02/2005	30/06/2005
Gondran X.	Master 2 MFT, INPG - ENPC PFE	HOULE	01/02/2005	30/06/2005
Amblard F.	Master 2 Production Modélisation Simulation, UJF	EDT	15/03/2005	15/09/2005
Venaille A.	Master 2 Sciences de la Matière ENS Lyon	CORIOLIS	01/04/2005	31/07/2005
Capitaine A.	Master 2 TUE, UJF	THEO	01/02/2005	30/06/2005
Mathiot P.	Master 2 TUE, UJF	MEOM	15/02/2005	30/06/2005
Frederix K.	Technische Univ. Eindhoven	CORIOLIS	01/09/2005	30/11/2005

## 1.1.2. STRUCTURES ET ORGANISATION FONCTIONNELLE

### ► STRUCTURES DU LEGI

L'organisation fonctionnelle du LEGI, actuellement composé de 10 équipes de recherche, s'articule autour de quatre conseils dont le rôle est précisé par le nouveau règlement intérieur, règlement remodelé courant 2003 et agréé par l'UJF (Juillet 2004) et le CNRS (Novembre 2004). Ce texte est en attente d'agrément par l'INPG.

■ Le **Conseil du Laboratoire**, statutaire, intervient sur les questions relatives aux grandes orientations scientifiques, à la gestion (vote des budgets, titularisation...), à l'organisation et au fonctionnement de l'unité. Son avis est notamment sollicité face aux évolutions en cours tant au niveau de nos tutelles qu'au plan de l'organisation de la recherche aux échelons régional ou national.

■ Le **Conseil des Equipes** est constitué de l'ensemble des responsables d'équipe et d'un représentant ITA/ITARF. Ce conseil intervient sur toutes les questions scientifiques, administratives et financières relatives au fonctionnement courant du laboratoire, et de ce fait, se réunit le plus fréquemment.

■ La **Commission Paritaire** joue un rôle classique (examen des dossiers, classements internes en vue des promotions de personnels...). Elle a été directement impliquée dans la mise en place de l'ARTT, et elle est actuellement sollicitée sur les nouvelles modalités de gestion des ressources humaines en phase de mise en place par nos tutelles (entretiens d'activité, évaluation, indicateurs...).

■ Le **Conseil de Prospective**, créé au début de 2001, assiste la direction sur la définition et le suivi des grandes orientations scientifiques du laboratoire. Ses travaux complètent les prospectives d'équipes, par le biais notamment de l'élaboration de dossiers sur des thématiques transversales. Le Conseil de Prospective est fortement impliqué dans la préparation des contrats quadriennaux.

Ce conseil fonctionne en « circuit ouvert », en sollicitant régulièrement la participation d'autres membres du laboratoire à ses travaux ou en pilotant des groupes de réflexion élargis. Ce conseil a aussi en charge la gestion de l'**Appel d'Offre** interne au LEGI. Cet Appel d'Offre sur fonds propres a été mis en place par Jacques Verron en 2001 afin de doter l'unité d'un outil de politique scientifique favorisant les transversalités entre équipes. Le Conseil de Prospective décide de l'attribution de moyens sur la base d'une expertise des projets par des personnalités externes au laboratoire.

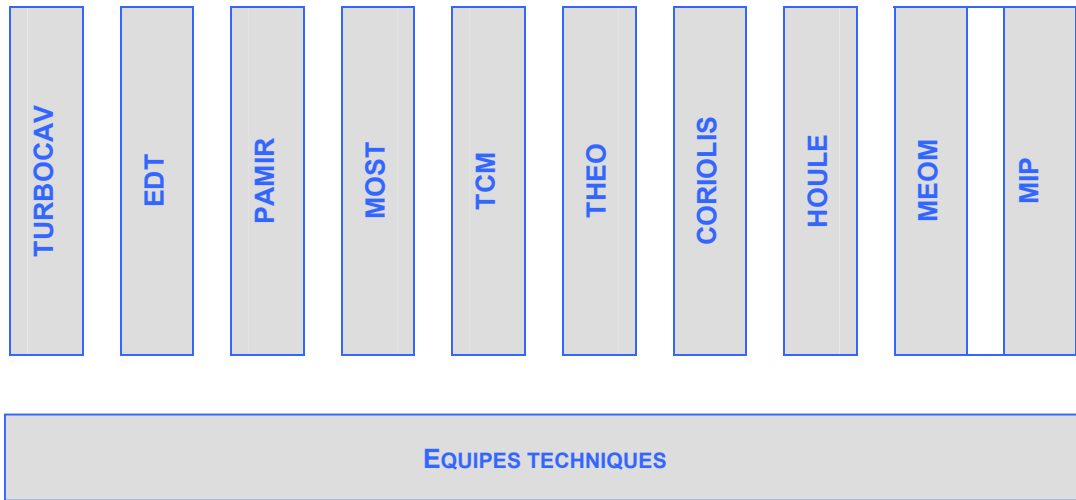
Sur le plan fonctionnel, cet ensemble est complété par l'Équipe de Direction composée de la Responsable Administrative de l'unité, des Directeurs-Adjoints et du Directeur, et dont les réunions sont hebdomadaires. Les personnels assurant le soutien technique et administratif de l'unité, à l'exception de quelques personnes directement attachées à des projets spécifiques (grand instrument Coriolis, calcul scientifique dédié, suivi de projets européens), sont organisés en unités opérationnelles :

- soit au sein de services généraux internes (Comptabilité, Mission, Electronique et instrumentation, Bureau d'Etudes, Informatique),
- soit au sein de l'une des trois équipes techniques.

Ces équipes techniques, dont la mise en place démarrée sous la direction d'Emil Hopfinger a été poursuivie par Jacques Verron, ont permis un fort développement du travail d'équipe, facilitant ainsi le partage des compétences et du savoir-faire et répondant aussi à une attente des personnes. Parallèlement, de réelles prises de responsabilités collectives sont intervenues ces dernières années, notamment autour d'appareillages ou d'installations spécifiques. Dans le même esprit, le suivi des questions de sécurité, qui constitue un dossier lourd pour le laboratoire et nécessite une étroite collaboration avec les tutelles, bénéficie de l'implication de deux techniciens et d'un ingénieur du laboratoire.

Parallèlement, plusieurs personnels du LEGI participent au fonctionnement de services partagés tels que l'Atelier de Mécanique impliquant l'ENSHMG et les laboratoires LTHE et L3S, ou encore le Projet Informatique Nouvelle Génération (PING) en cours de déploiement à l'INPG et impliquant l'ensemble des structures de recherche et de formation localisées sur le sous-campus nord-est.





Intitulés des équipes :

CORIOLIS	Plaque tournante CORIOLIS
EDT	Ecoulements Diphasiques et Turbulences
HOULE	Ondes de gravité et hydrodynamique sédimentaire
MEOM	Modélisation des Écoulements Océaniques à Moyenne et grande échelle
MIP	Microfluidique Interfaces Particules
MOST	MOdélisation et Simulation de la Turbulence
PAMIR	Phénomènes et Applications Magnétohydrodynamiques, Interfaces Réactives
TCM	Transferts de Chaleur et de Matière
THEO	Turbulence, Hydrodynamique, Ondes et Environnement
TURBOCAV	TURBOMachines & CAVitation

## ► COMPOSITION DES DIFFERENTS CONSEILS ET COMMISSIONS

### CONSEIL DE LABORATOIRE

CARTELLIER Alain, Directeur  
 BRASSEUR Pierre, Directeur Adjoint  
 THIBAUT Jean-Paul, Directeur Adjoint  
[Collège A](#)  
 GAGNE Yves, élu  
 MARTY Philippe, élu  
 BARTHELEMY Eric, nommé  
[Collège B](#)  
 PLUNIAN Franck, élu  
 SECHET Philippe, élu  
 PENDUFF Thierry, nommé  
[Collège ITA](#)  
 HOLLARD Elsa, élue  
 VIRONE Joseph, élu  
 VIBOUD Samuel, nommé  
[Collège C](#)  
 CHAXEL Eric, élu  
 DOCHE Olivier, suppléant

### CONSEIL DES EQUIPES

ACHARD Jean-Luc, équipe MIP  
 ALEMANY Antoine, équipe PAMIR  
 BARNIER Bernard, équipe MEOM  
 BARTHELEMY Eric, équipe HOULE  
 BAUDET Christophe, équipe EDT  
 FAVRE-MARINET Michel, équipe TCM  
 FLOR Jan-Bert, équipe THEO  
 FRANC Jean-Pierre, équipe TURBOCAV  
 LESIEUR Marcel, équipe MOST  
 SOMMERIA Joël, équipe CORIOLIS  
 VIBOUD Samuel, représentant des ITA

## COMMISSION PARITAIRE

CARTELLIER Alain, Directeur  
BRASSEUR Pierre, Directeur Adjoint,  
THIBAULT Jean-Paul, Directeur Adjoint

### Membres titulaires :

CHAMPAVIER Sylvie  
RIONDET Michel  
TERRIER Laurent

### Membres suppléants :

BOURHY Nicole  
KUSULJA Mile  
LAGAUZERE Muriel

## CONSEIL DE PROSPECTIVE

CARTELLIER Alain, Directeur  
ACHARD Jean-Luc  
BARTHELEMY Eric  
BAUDET Christophe  
FORTES PATELLA Régiane  
HOPFINGER Emil  
SOMMERIA Joël

## ▶ AUTRES STRUCTURES FONCTIONNELLES ET RESPONSABILITES

Plusieurs structures fonctionnelles associant composantes de formation et laboratoires de recherche requièrent la participation du LEGI :

- **Membres LEGI de la Commission Hygiène et Sécurité HMG-INPG**  
BARNOUD Jean-Marc  
THIBAULT Jean-Paul
- **Conseil de coordination de l'atelier de mécanique commun (HMG, L3S, LTHE, LEGI)**  
DIDELLE Henri, représentant le LEGI
- **Ecoles Doctorales : Responsables d'EAD et correspondants laboratoire**  
Ecole Doctorale « Mécanique et énergétique »  
MFT: BAUDET Christophe, FLOR Jan-Bert, FORTES-PATELLA Régiane  
EP : BARRE Stéphane  
Ecole Doctorale « Terre, Univers, Environnement » :  
BRASSEUR Pierre
- **Correspondant PING** (Projet Informatique Nouvelle Génération de l'INP) – Pôle Gemme  
MICHALLET Hervé

auxquelles s'ajoutent plusieurs instances de concertations régulières (avec l'ENSHMG et les tutelles notamment).

Le LEGI s'est aussi doté de structures internes à caractère moins officiel (excepté les ACMO) mais jouant un rôle essentiel dans la vie du laboratoire. La forte implication des personnels du laboratoire dans ces structures témoigne de leur sens des responsabilités.

- **Séminaire LEGI**  
FLOR Jan-Bert
- **Correspondant Ressources Bibliographiques**  
VOISIN Bruno  
chargé aussi de superviser la mise en place du nouveau site WEB.

- **Hygiène et Sécurité, ACMO**  
BARNOUD Jean-Marc  
DIDELLE Henri  
VIRONE Joseph
- **Correspondants formation continue**  
CHAVAND Geneviève  
DIDELLE Henri
- **Commission informatique**  
MICHALLET Hervé (responsable)

Cette commission est ouverte à l'ensemble des personnels chercheurs, enseignants-chercheurs, ITA et ITARF du laboratoire. Elle organise la mutualisation des ressources internes (logiciels, matériels...) et émet des recommandations auprès de la direction notamment quant aux investissements, à l'organisation, à la sécurité...

- **Responsable « Portail-Industrie »**  
BARRE Stéphane

Cette fonction a été mise en place en 2005 afin de d'assurer l'interfaçage entre le LEGI et les sollicitations émanant d'industriels ou de collectivités locales, qu'elles soient directes ou via les filiales de nos tutelles. L'objectif est double : accueillir ces demandes avec professionnalisme et, après analyse, les orienter vers les collègues les plus compétent(e)s.

► **ORGANIGRAMME GENERAL – JUILLET 2005**

CORIOLIS	HOULE	MEOM	EQUIPE DE DIRECTION
<b style="color: blue;">Chercheurs</b> J. SOMMERIA, DR - HDR JB. FLOR CR, 50% - HDR <b style="color: blue;">ITA</b> H. DIDELLE, IR0 (ACMO) <b style="color: blue;">Thésards</b> S. DECAMP M. ROMANI	<b style="color: blue;">Chercheurs</b> E. BARTHELEMY, Pr - HDR D. HURTHUR, CR P. LARROUDE, MC H. MICHALLET, CR <b style="color: blue;">Thésards</b> M. BRICAULT R. CIENFUEGOS	<b style="color: blue;">Chercheurs</b> B. BARNIER, DR - HDR P. BRASSEUR, CR E. COSME, MC T. PENDUFF, CR J. VERRON, DR – HDR N. AYOUB, CR stagiaire. <b style="color: blue;">ITA</b> J. BRASSEUR, 2D * JM. BRANKART, IR2 JM. MOLINES, IR2 <b style="color: blue;">Post-Doc, Visiteur</b> J. LE SOMMER M. LUCAS Y. OURMIERES D. ROZIER S. SKACHKO <b style="color: blue;">Thésards</b> L. BERLINE G. BROCCQUET L. BRODEAU F. CASTRUCCIO G. HERVIEU C. LANGLAIS Co-enc.	<b style="color: red;">Directeur :</b> A. CARTELLIER, DR <b style="color: red;">Directeur adjoint :</b> P. BRASSEUR, CR <b style="color: red;">Directeur adjoint :</b> JP. THIBAUT, CR en charge de Gemme <b style="color: red;">Responsable :</b> G. CHAVAND, AI, 90% <b style="color: red;">administrative</b>
			<b style="color: red;">SERVICES GENERAUX INTERNES</b>  <b style="color: red;">Comptabilité :</b> N. BOURHY, TCS E. HOLLARD, 2D 70% J. GERMINARIO, 3D 50%  <b style="color: red;">Missions :</b> S. CHAMPAVIER, AdjA, 80%  <b style="color: red;">Informatique LEGI :</b> L. GUILMARD, AI 90%  <b style="color: red;">Electronique et instrumentation :</b> JP. BARBIER NEYRET, IE1  <b style="color: red;">Bureau d'études :</b> M. KUSULJA, TCN 50%

<b>MOST</b>	<b>TCM</b>	<b>THEO</b>
<b>Chercheurs</b> O. METAIS, Pr - HDR M. LESIEUR, Pr - HDR <b>ITA</b> P. BEGOU, IR2 <b>Post-Doc, Visiteur</b> A. AZZI A. WIRTH <b>Thésards</b> G. BALARAC C. MUNCH	<b>Chercheurs</b> M. FAVRE MARINET Pr - HDR A. BONTEMPS, Pr - HDR N. CANEY, MC S. LE PERSON, MC F. McCLUSKEY, Pr - HDR P. MARTY, Pr - HDR J.C. SOLECKI, MC S. TARDU, MC – HDR, 50% JP. THIBAUT 50%, CR <b>Post-Doc, Visiteur</b> S. FERROUYAT, ATER F. PIROTAIS, ATER <b>Thésards</b> R. BAVIERE Co-enc. J. BIGOT M. BOTZUNG A. BRUCH O. DOCHE G. GAMRAT G. HERMOSILLA-LARA C. LINDQUIST S. MONTESINO F. POGGI Co-enc. <b>Stagiaire, DRT</b> G. MARRO, S. VACHER F. BOUDEHENN C. RESSEGUIER, J. SIGURVIDSON M. MARIOTTO, DRT	<b>Chercheurs</b> JB. FLOR, CR 50% HDR JP. CHOLLET, Pr - HDR F. PLUNIAN, MC - HDR C. STAQUET, Pr - HDR B. VOISIN, CR <b>Post-Doc, Visiteur</b> G. BRULFERT <b>Thésards</b> B. CARITEAU E. CHAXEL C. CHEMEL E. GUYEZ M. MAHDIZADEH M. PEYROT

#### EQUIPES TECHNIQUES

**Houle / EDT, Turbomachines-cavitation :**  
 JM. BARNOUD, TCS (ACMO)  
 M. RIONDET, AI  
 L. TERRIER, IE2

**THEO / TCM / PAMIR / EDT / PIM :**  
 P. CARECCHIO, IE2  
 V. GOVART, AgT 50%  
 M. KUSULJA, TCN 50%  
 M. LAGAUZERE, IE2, 80%  
 J. VIRONE, TCN 50% (ACMO)

**Coriolis :**  
 S. MERCIER, TCN  
 S. VIBOUD, IE2

#### SERVICES GENERAUX PARTAGES

**Atelier :** J. VIRONE, TCN 30%  
**Informatique PING:** L. GUILMARD AI 10%

<b>EDT</b>	<b>TURBOCAV</b>	<b>PAMIR</b>	<b>MIP</b>
<b>Chercheurs</b> C. BAUDET, Pr – HDR A. CARTELLIER, DR HDR M. BOURGOIN, CR Y. GAGNE, Pr - HDR E. HOPFINGER, DR HDR B. LISMONDE, MC - HDR JP. MATAS, MC P. SECHET, MC JP. THIBAUT, CR 50% <b>Thésards</b> M. ANDREOTTI F. BEN RAYANA T. BOURRILHON P. GERVAIS S.M. KARRABI N. MAZELLIER A. ROYON <b>Post-Doc, Visiteur</b> L. CHEVILLARD <b>Stagiaire, DRT</b> P.MENA	<b>Chercheurs</b> JP. FRANC, DR – HDR JL. ACHARD, DR –HDR 20% S. BARRE, CR - HDR R. FORTES PATELLA HDR E. GONCALVES, MC F. JOUSSELLIN, MC JL. KUENY, Pr - HDR T. MAITRE, MC - HDR C. PELLONE, CR – HDR <b>Post-Doc, Visiteur</b> C. PLOESTEANU, ATER O. PRAUD <b>Thésards</b> M. ALNAGA G. BOITEL T. CHOFFAT W. HASSAN A. HELALI J. ROLLAND E. SANSONE <b>Stagiaire, DRT</b> L. GUITTET, DRT	<b>Chercheurs</b> A. ALEMANY, DR - HDR G. COGNET, Pr - HDR <b>Post-Doc, Visiteur</b> M. AL RADI <b>Thésards</b> G. HASAN P. MATHON H. MITYAR A. NOURI	<b>Chercheurs</b> JL. ACHARD, DR – HDR 80% L. DAVOUST, CR - HDR A. SOUCEMARIANADIN, PR, HDR S. TARDU, HDR, 50% <b>Thésards</b> R. NACEREDDINE C. PICARD JM. ROUX D. VADILLO

NB : Les personnels non titulaires sont indiqués en bleu

► ORGANIGRAMME DES SERVICES TECHNIQUES ET ADMINISTRATIFS (JUILLET 2005)

<b>SERVICES GENERAUX INTERNES</b>	<p><b>Equipes : THEO, TCM, PAMIR, EDT MIP</b>                  P. Carecchio, IE2, Responsable équipe technique                  M. Kusulja, TCN – 50%                  M. Lagauzère, IE2 – 80%                  J. Virone, TCN – 50%                  V. Govart Adj. T contractuel - 50%</p> <p><b>Equipes : Houle, Turbomachines Cavitation, EDT</b>                  JM. Barnoud, TCS                  M. Riondet, AI                  L. Terrier, IE2</p> <p><b>Equipe : Coriolis</b>                  H. Didelle, IRHC – 90%                  S. Mercier, TCN                  S. Viboud, IE2</p> <p><b>Bureau d'études :</b>                  M. Kusulja, TCN - 50%</p> <p><b>Service Electronique et instrumentation :</b>                  JP. Barbier Neyret, IE1</p>	<b>SERVICE ADMINISTRATIF</b>	<p><b>Responsable administrative :</b>                  G. Chavand, AI – 90%</p> <p><b>Service comptabilité :</b>                  N. Bourhy, TCS                  J. Germinario, 3D contractuelle – 50%                  E. Hollard, 2D contractuelle – 70%</p> <p><b>Service missions :</b>                  S. Champavier, Ag. Adm – 80%</p> <p><b>Secrétariat équipe MEOM :</b>                  J. Brasseur, contractuelle 2D – 50%</p>
	<b>SERVICE INFORMATIQUE</b>		<p><b>Service Informatique :</b>                  L. Guilmard, contractuel AI – 90%</p> <p><b>Calcul scientifique dédié :</b>                  Equipe : MOST                  P. Bégou, IR2                  Equipe : MEOM                  JM. Brankart, IR2                  JM. Molines, IR1</p>

<b>RESPONSABILITE EQUIPEMENTS COMMUNS</b>	
Vélocimétrie par image de particules / Laser YAG	P. Carecchio
Anémomètre Laser Doppler à Phase / Laser Cu	L. Terrier
Systèmes d'acquisition de signaux, Labview	M. Lagauzère
Réseaux (air comprimé / eau déminéralisée)	JM. Barnoud, M. Riondet

<b>ACMO (HYGIENE ET SECURITE)</b>
JM. Barnoud (20%), H. Didelle (10%), J. Virone (20%)

<b>SERVICES GENERAUX PARTAGES</b>	
ATELIER de MECANIQUE :	J. Virone, TCN – 30%
PING-GEMME (INFORMATIQUE) :	L. Guilmard, AI -10%





## 1.2 BILAN SCIENTIFIQUE

Une des originalités fortes du LEGI réside dans son implication sur des thématiques motivées par des applications **géophysiques** aussi bien que par des problématiques **industrielles**. Du point de vue de la mécanique des fluides et des transferts, disciplines qui sont au centre des activités du laboratoire, les intersections entre ces domaines sont très nombreuses, qu'il s'agisse de compréhension de mécanismes ou de processus fondamentaux, de développements de méthodes ou encore d'élaboration d'outils à vocation prédictive. Ces convergences assurent la cohérence du laboratoire.

Une autre spécificité, plus commune, mais qui mérite néanmoins d'être soulignée, concerne la présence au LEGI d'activités en :

- **modélisation**, combinant approches déterministes, phénoménologiques, statistiques,
- **simulation**, allant de simulations directes jusqu'à des approches moyennées, et incluant l'implantation de techniques spécifiques (assimilation, modèles emboîtés...),
- **expérimentation**, depuis des expériences analytiques jusqu'à l'étude de systèmes quasi-industriels, en passant par des expérimentations de terrain,
- **instrumentation**, avec des développements innovants à base d'optique ou d'acoustique pour l'analyse de champs jusqu'à la réalisation de micro-capteurs.

Un tel spectre d'activités, qui se renforcent mutuellement, constitue une source de richesse et d'équilibre pour le laboratoire.

Les trois grandes directions thématiques du LEGI concernent :

- La **dynamique des écoulements turbulents**, intégrant la compréhension et la simulation de l'hydrodynamique, du **mélange** et des **transferts** (chaleur, masse...),  
Thèmes clés : instabilités, structure de la turbulence, turbulence pariétale, ondes et turbulence, structures cohérentes, tourbillons, mélange, couches limites, jets, écoulements compressibles, stratifiés, tournants, réactifs, contrôle passif, contrôle actif, transferts thermiques, turbulence-MHD, microfluidique.
- La **dynamique des fluides géophysiques**, déclinée en analyse de processus et en simulations de systèmes naturels complexes (océans, atmosphère...), et participant à la compréhension des **évolutions climatiques** et à l'élaboration d'outils de prévision,  
Thèmes clés : ondes de gravité, instabilité barocline, déferlement et mélange, tourbillons géostrophiques, effets topographiques, circulation océanique et thermohaline, courants côtiers, marées, morphodynamique sédimentaire, couplage mouvements océaniques et écosystèmes, assimilation, observations satellitaires.
- La **dynamique des écoulements à très forts couplages hydrodynamiques**, centrée sur l'étude et la modélisation d'écoulements à fort contraste de densité ainsi que d'écoulements polyphasiques à phases séparées ou dispersées.  
Thèmes clés : interfaces, surfactants, gouttes bulles et particules, instabilités interfaciales, écoulements dispersés, transport sédimentaire, électrohydrodynamique, coalescence/floculation, changement de phase, écoulements cavitants, interactions fluide-structure, érosion de cavitation, couplage hydrodynamique-biomasse

Dans la thématique **dynamique des écoulements turbulents**, une fraction significative des recherches a concerné l'analyse fine de la structure de la turbulence qu'il s'agisse de turbulence de jet, de grille (MOST, EDT), de couches limites turbulentes incompressibles (TCM, CORIOLIS) et compressibles (MOST), de turbulence en présence de stratification et de rotation (MOST, CORIOLIS), d'interactions turbulence-MHD (THEO), de turbulence induite par le déferlement (HOULE). La précision accrue des simulations par DNS ainsi que la pertinence de la modélisation

sous-maille en SGE, et le raffinement des investigations expérimentales ont aussi permis des avancées significatives dans le domaine du contrôle (passif et actif) avec en particulier des résultats notables en aéro-acoustique (MOST), sur le mélange de jets coaxiaux monophasiques (MOST), sur la turbulence pariétale et la traînée (TCM). Dans le domaine des transferts, les études ont porté sur le rôle des structures turbulentes sur le mélange (MOST) et sur les transferts thermiques en mini- (MOST) et micro-canaux (TCM, TURBOCAV), et plus largement sur l'intensification des transferts de chaleur et de masse dans divers procédés et systèmes industriels (TCM). Quelques actions ont aussi démarré dans le domaine de la thermique du bâtiment (TCM, TURBOCAV). De façon générale, les simulations développées au LEGI s'attachent à des situations de plus en plus proches des besoins industriels qu'il s'agisse de simulations des grandes échelles (MOST) ou de simulations à base de fermetures en un point, qui pour certaines ont même été intégrées dans des chaînes de conception optimale de turbomachines hydrauliques (TURBOCAV).

La **dynamique des fluides géophysiques** a été abordée sous l'angle des processus avec des études sur la génération d'ondes internes (THEO, CORIOLIS), les interactions ondes/vortex et vortex/front (THEO, CORIOLIS), le mélange résultant du déferlement (THEO), les instabilités baroclines (CORIOLIS, THEO), la convection océanique en conditions non-hydrostatiques (MEOM, MOST). Ces études contribuent à affiner les outils de compréhension et de prévision dans les domaines de l'océanographie hauturière et côtière ainsi que des écoulements atmosphériques. L'une de ces retombées est illustrée par le rôle, récemment mis en évidence, de la turbulence méso-échelle sur la variabilité océanique de grande échelle, étroitement liée aux prévisions de l'évolution du climat (MEOM). Les modélisations et simulations servant de support d'aide à la décision sont parallèlement élaborées au sein du laboratoire : les principales avancées ont été caractérisées par la prise en compte de couplages avec d'autres champs disciplinaires tels les couplages entre écoulements océaniques et écosystèmes (MEOM), entre photochimie et aérothermie pour les écoulements atmosphériques en vallées alpines (THEO), entre hydrodynamique et transport solide en morphologie côtière (HOULE). Ces études impliquent des interactions étroites avec divers systèmes d'observation. En particulier, les avancées sur les techniques d'assimilation ont permis de proposer des stratégies d'observation satellitaire optimisées (MEOM).

La **dynamique des écoulements à très forts couplages hydrodynamiques** englobe principalement, mais pas uniquement, des écoulements à plusieurs phases.

En *écoulements dispersés*, les situations étudiées incluent le transport sédimentaire en présence d'arrachement et de dépôt (HOULE), les processus de liquéfaction d'un massif poreux (HOULE), la dynamique de brouillards denses incluant morcellement et coalescence (EDT), les phénomènes collectifs en écoulements turbulents chargés (EDT), et les écoulements lents à bulles faiblement ou fortement confinés (EDT). L'étude de courants de gravité à fort contraste de densité (CORIOLIS, EDT) ainsi que l'analyse de couplages hydrodynamique - biomasse en biofiltration (EDT) participent aussi de ce thème. Ces études sont associées à des développements en modélisation relevant principalement de descriptions statistiques (moyennées).

Concernant les écoulements à *interfaces localisées*, s'appuyant essentiellement sur des descriptions de nature déterministe, les études ont porté sur la déstabilisation d'interfaces sous ballotement, vibration ou par atomisation (EDT, MIP). Ce thème s'est fortement enrichi par tout un ensemble d'études visant la maîtrise de processus interfaciaux dans des micro-systèmes fluidiques, en présence de champs électriques et/ou magnétiques. Les études menées ont en particulier concerné la dispense et le pilotage de gouttes sur et entre substrats solides (MIP, TCM), l'électrocoalescence (MIP) le contrôle de transferts de masse au travers d'interfaces fluide-fluide par électrohydrodynamique (MIP) et par magnétohydrodynamique (PAMIR), la rhéologie d'interface en présence de cristallisation (MIP). En présence de changement de phase, les avancées ont concerné l'ébullition et la condensation en mini-canaux (TCM) ainsi que les

phénomènes de cavitation avec l'analyse de la structure des poches de cavitation (TURBOCAV), la dynamique de la cavitation instationnaire en machines tournantes (TURBOCAV) et la prise en compte de couplages fluide-structure dans le domaine de l'érosion (TURBOCAV). Plusieurs simulations incorporant des changements d'état ont d'ailleurs été développées en situations tridimensionnelles et instationnaires, et ont été, pour partie, intégrées à des codes industriels (TURBOCAV).

Parallèlement, des avancées ont aussi vu le jour sur le plan des **développements méthodologiques** :

- Dans le domaine des simulations, la prise en compte de couplages entre mécanismes, voire avec des modèles issus d'autres secteurs disciplinaires comme évoqué ci-dessus a nécessité l'élaboration de méthodes numériques performantes (MOST, TURBOCAV, MIP, TCM). En océanographie, les développements méthodologiques sur les techniques d'assimilation couplées aux observations satellitaires ont atteint un grand degré de fiabilité (MEOM), et sont actuellement en cours d'intégration dans les systèmes de prévisions opérationnelles (GIP Mercator).
- Dans le domaine de l'expérimentation, la période passée a vu un renforcement des travaux collaboratifs impliquant simulation et expérimentation (TCM, MIP, EDT, TURBOCAV). Dans la même veine, ont été réalisés les premiers couplages entre simulation à base d'assimilation et expériences de laboratoire (CORIOLIS, THEO, MEOM).
- Dans le domaine de l'instrumentation, le LEGI a été très actif dans le développement de nouvelles techniques. Ainsi, les avancées récentes ont porté sur la mesure de co-fluctuations concentration-vitesse par technique acoustique (HOULE), sur le suivi Lagrangien de particules isolées par interférométrie acoustique (EDT), sur des compléments à la Vélocimétrie par Image de particules tridimensionnelle (CORIOLIS), ainsi que sur le développement de micro-capteurs (TCM, EDT) en collaboration avec d'autres laboratoires du site.

29

Parallèlement à l'approfondissement des thématiques qui sont au cœur de ses compétences, ce rapide panorama démontre que la présente période quadriennale a confirmé l'ouverture du LEGI vers de nouveaux champs disciplinaires (physique, chimie, biologie principalement).

Les rapports d'équipes (section 2) présentent plus en détail les avancées scientifiques et méthodologiques.

## **DOMAINES D'APPLICATION PRINCIPAUX**

Le LEGI est impliqué sur de nombreux secteurs applicatifs recouvrant trois grands domaines qui croisent les thématiques scientifiques, à savoir :

*Milieu Naturel et Aide à la Décision*

*Ingénierie et Environnement*

*Energie*

représentant respectivement 40%, 40% et 20% environ de l'activité du laboratoire.

Dans le domaine *Milieu Naturel et Aide à la Décision*, les enjeux relèvent de :

- changement climatique,
- qualité de l'air et suivi de pollutions
- aléas météorologiques,
- gestion de ressources (écosystèmes, ressources halieutiques)
- aménagement du littoral, aménagement portuaire, tourisme

et incluent le développement de simulations servant d'outils d'aide à la décision

avec des actions spécifiques orientées vers :

- Atmosphère : transport de polluants dans les vallées alpines et en milieu urbain, effets topographiques, genèse des tempêtes
- Océanographie : océanographie opérationnelle, de la prévision des courants au suivi d'écosystèmes, optimisation des outils d'observation satellitaires, couplage avec le climat
- Côtier et fluvial : morphodynamique sédimentaire, impact d'événements extrêmes, stratégies de rechargement, interactions fluide/structure (affouillement, liquéfaction), ensablement des estuaires

Principaux partenaires : CNES, NASA, ESA, EPSHOM, IFREMER, GIP MERCATOR, DGA, ADEME, ONR.

Dans le domaine **Ingénierie et Environnement**, les enjeux relèvent de :

- procédés et systèmes industriels efficaces, propres et sûrs (optimisation, contrôle),
- innovation sur les procédés et systèmes industriels, micro-systèmes et micro-technologies
- élaboration d'outils de simulation performants et multiphysiques à destination de l'ingénieur
- limitation des impacts environnementaux : dépollution, lutte contre le bruit

avec des actions spécifiques orientées vers :

- Environnement : Procédés propres en génie thermique (échangeurs, micro-caloducs, refroidissement de composants, encrassement...), en génie chimique (contacteurs, électrolyseurs, techniques séparatives, décapage...), en génie papetier (désencrage, production de papier...)  
Traitement des déchets par voie biochimique, biotechnologies  
Limitation des nuisances (aéroacoustique et génération de bruit, pollution).
- Transport : Espace : lanceurs (moteurs cryotechniques : circuit régénératif, turbopompe et injection, réservoirs)  
Aéronautique : aérodynamique, aéro-acoustique, injection assistée pour turboréacteurs.  
Hydrodynamique navale : cavitation
- Santé : diagnostic médical, capteurs chimique et biologique, détection d'agents pathogènes, labopuce
- Sécurité et Sécurité : incendie en tunnel, moyens de lutte contre les incendies

Principaux partenaires : SAFRAN (au travers de SNECMA MOTEURS et MESSIER-BUGATTI), SIEMENS, EADS, AIR LIQUIDE, DGA, ONERA, CEA, CNES, IFP, EdF, ADEME, CETU, PEUGEOT, VAI CLECIM.

Dans le domaine de l'**Energie**, les enjeux relèvent de :

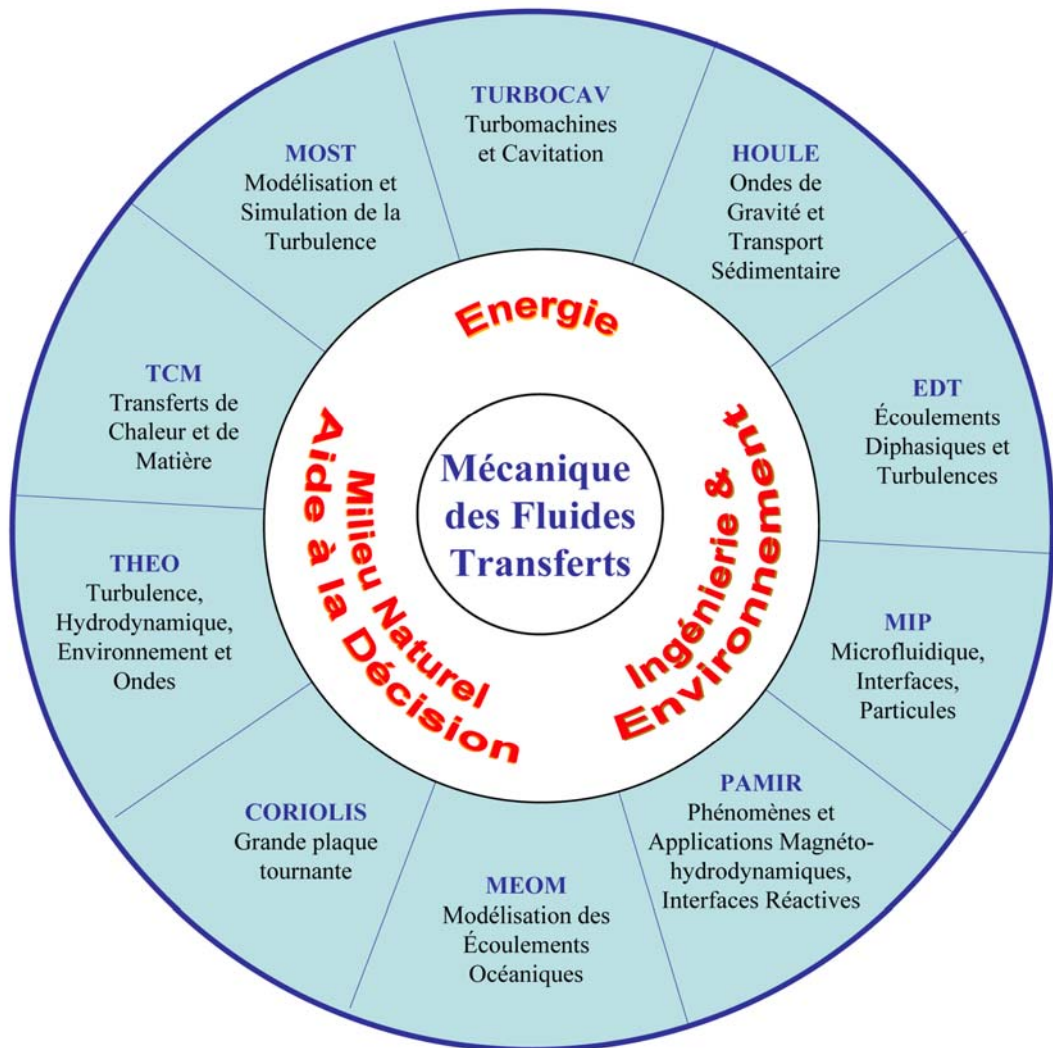
- approvisionnement énergétique et stockage
- efficacité énergétique
- énergies renouvelables

avec des actions spécifiques orientées vers :

- Optimisation : turbomachines (performances, cavitation et érosion des pompes et turbines, réhabilitation), thermique du bâtiment
- Mise en œuvre de nouvelles filières énergétiques : piles à combustible, filière hydrogène
- Nouvelles sources d'énergie : hydroliennes
- Conversion d'énergie : générateur MHD, conversion thermoacoustique

Principaux partenaires : ALSTOM, DGA, EdF, SAFRAN (au travers de SNECMA MOTEURS, TURBOMECA), ALCATEL, TECHNICATOME, ADEME.

Le fort attachement au champ disciplinaire de la mécanique des fluides et des transferts combiné avec une large ouverture sur des champs d'applications très diversifiés qui caractérise le LEGI, est bien illustré par le schéma suivant :



### EXEMPLES DE RESULTATS MARQUANTS

Pour illustrer la diversité de thèmes aussi bien que d'approches, quelques exemples de résultats marquants sont listés ci-dessous.

#### Turbulence, mélange, transferts :

- Première mise en évidence expérimentale d'un mécanisme d'apparition spontanée de jets zonaux sur les planètes géantes par forçage convectif de la turbulence à petite échelle. Ce résultat a fait la couverture de Geophys. Res. Letters 28/11/2004 (CORIORIS).
- Simulations des Grandes Échelles (SGE) de couches limites supersoniques sur des rainures (MOST).
- Observations de comportements à longue dépendance temporelle des modes de Fourier en turbulence développée. Par corrélation acoustique dynamique (diffusion acoustique par la vorticité), nous avons montré que dans une très large gamme de vecteur d'onde spatiaux (couvrant le domaine inertiel), l'amplitude des modes de Fourier du champ de vorticité turbulent (grille et jet) présente le même comportement à temps long (de l'ordre du temps intégral). Nous qualifions cette persistance des comportements temporels à travers la cascade

(empreinte des grandes échelles) d'*effets de mémoire de la turbulence* (Thèse C. Poulain 2003) (EDT).

- Observations de corrélations significatives entre statistiques Eulériennes et Lagrangiennes en turbulence développée. Par des mesures simultanées de vitesses Lagrangiennes (suivi acoustique de particules) et Eulériennes (anémométrie à fil chaud), nous avons mis en évidence l'existence d'une forte dépendance statistique entre la vitesse longitudinale Eulérienne mesurée en un point fixe de l'écoulement au cours du temps, et la vitesse longitudinale Lagrangienne de particules isolées, mesurée au cours du temps le long de leur trajectoire. Cette dépendance statistique, se manifeste par un fort niveau de corrélation des deux signaux de vitesse, mesurés simultanément. La corrélation mesurée, persiste sur des temps (retards) de l'ordre du temps intégral de l'écoulement turbulent (turbulence de jet) (EDT).
- SGE de la turbulence et des transferts dans les canaux de refroidissement du moteur Vulcain. (MOST).
- La validité des lois classiques de l'hydrodynamique en micro-canaux a été confirmée jusqu'à des échelles de quelques microns. Les lois régissant le transfert thermique monophasique ont aussi été vérifiées pour des canaux de hauteur supérieure à 100 microns (TCM, coll. CRTBT).
- Modélisation numérique des effets thermiques lors de l'adsorption d'hydrogène dans les hydrures : un protocole de modélisation numérique a été testé avec succès qui permet de rendre compte des évolutions temporelles des paramètres dynamiques et thermiques d'un réservoir industriel (TCM).
- Contrôle de jets simples incompressibles et compressibles (MOST).
- Mélange et contrôle du mélange dans les jets co-axiaux incompressibles (MOST).
- Nous avons montré à travers les expériences et les simulations numériques directes qu'une excitation localisée augmente de façon considérable la contrôlabilité de la turbulence pariétale. La forme temporelle de l'excitation joue également un rôle important dans la réponse de la traînée (TCM).
- Dans le contexte lié au récent développement d'expériences de dynamo de seconde génération, nous essayons de comprendre pourquoi les expérimentateurs ont des difficultés à reproduire cette instabilité dynamo. Nous avons identifié plusieurs facteurs pouvant influencer le seuil de l'apparition de cette instabilité dans une expérience: les conditions aux limites sur le champ magnétique, la séparation d'échelle entre le champ magnétique et l'écoulement, et le fort taux de turbulence de l'écoulement (THEO).

### Dynamique des fluides géophysiques

- Première étude expérimentale de la turbulence géostrophique 3D (dominée par la stratification et la rotation) (CORIOLIS).
- Première mise en évidence expérimentale de lois d'échelle pour les courants de gravité turbulents déviés par la force de Coriolis (CORIOLIS).
- Développement d'une méthode hybride combinant le filtre SEEK et le contrôle optimal 4D-VAR pour l'assimilation de données spatiales et *in situ* dans les modèles de circulation océaniques appliqués aux régions tropicales (MEOM).
- SND et SGE de plongées d'eaux froides océaniques (MOST, MEOM).
- Mise en œuvre et coordination scientifique et technique du projet international DRAKKAR pour l'étude de la variabilité de l'océan et des glaces de mer sur la période 1950 à nos jours. Développements numériques apportant une amélioration significative du réalisme des simulations à haute résolution de l'océan, notamment en termes d'interactions courant-topographie, flux air-mer, et processus turbulents. Ces outils sont utilisés pour la recherche sur le climat et pour la prévision océanique (transfert vers MERCATOR-Océan et MERSEA). (MEOM)
- Utilisation conjointe de simulations, théories et observations mettant en évidence des interactions entre circulations à méso-échelle, à l'échelle de bassins et globale ayant un rôle dans la variabilité de l'océan (forcée par l'atmosphère ou intrinsèque) aux échelles

- décennales. Apport de nouvelles connaissances sur le rôle joué par la turbulence mésoéchelle dans le cycle convection/restratification de la mer du Labrador (MEOM).
- La caractérisation du transfert de quantité de mouvement d'une onde inertie-gravité vers le vortex provoquant ainsi une modification de la structure du vortex (THEO).
  - Un modèle analytique linéaire a été élaboré pour les ondes de relief en écoulement fortement stratifié. Il repose sur la séparation de l'écoulement en différentes couches selon la verticale, avec différentes lois d'échelle dans chaque couche. Sont prédits la résistance d'ondes, en accord avec l'expérience, et le champ d'ondes lui-même, montrant le caractère inadapté de l'approximation hydrostatique pour les reliefs tridimensionnels (THEO).
  - Dans le contexte des études géophysiques sur des tourbillons en écoulement tournant et stratifié, l'étude expérimentale et théorique (méthode WKB) de l'interaction entre ondes et un tourbillon a été menée. Nous avons déterminé les régimes pour lesquels on peut s'attendre au déferlement des ondes, et nous avons montré que ce déferlement induit un transfert de mouvement et d'énergie qui peut changer les caractéristiques du tourbillon (THEO).
  - Une nouvelle instabilité barocline des tourbillons en fluide stratifié a été identifiée, qui diffère des instabilités centrifuges et elliptiques (THEO).
  - Dynamique non linéaire et non hydrostatique de la marée interne : les zones de dissipation de la marée interne se produisent au lieu de génération de la marée interne et lors de sa réflexion sur le fond de l'océan. A basse latitude, le rayon de marée interne lui-même peut être une zone de dissipation, via la génération d'une instabilité paramétrique (THEO).
  - Proposition d'un modèle cinématique de l'instabilité paramétrique d'une onde interne (THEO).
  - Dynamique atmosphérique en vallée alpine : proposition d'un modèle dynamique de la formation d'une inversion thermique dans une vallée alpine (THEO).

#### Écoulements à très forts couplages hydrodynamiques

- Le rôle dominant des structures turbulentes cohérentes associées aux paquets tourbillonnaires dans l'entraînement et le maintien des sédiments en suspension a été quantifié par des expériences menées en canal ouvert rugueux et exploitant le profileur acoustique. L'application d'une méthode d'échantillonnage conditionnel sur le flux d'érosion et le cisaillement turbulent a permis l'estimation directe de la condition critique d'existence d'une suspension. Ce seuil a été comparé aux résultats existants dans un diagramme de Shields pour une utilisation en ingénierie hydraulique (HOULE).
- La réalisation d'expériences de grille oscillante et le développement d'un modèle adapté ont permis de montrer que la turbulence modifie considérablement les caractéristiques de sédimentation des suspensions de particules cohésives fortement concentrées (HOULE).
- L'association d'hydrodynamiciens et de géomécaniciens du laboratoire 3S a permis de mieux caractériser la transmission des variations de pression dans le substrat sédimentaire induites par l'action des vagues. Il a ainsi été possible d'observer et de mesurer, pour la première fois en grandeur nature, un phénomène de liquéfaction du sol induit par le déferlement des vagues sur une structure côtière (HOULE).
- Le projet PREVERO a permis à l'équipe TURBOCAV de se doter d'un moyen d'essais performant pour l'étude de l'érosion par cavitation. Il ouvre des perspectives nouvelles en proposant une technique de prédiction en rupture par rapport aux techniques corrélatives classiques (TURBOCAV).
- Échanges thermiques par ébullition dans les mini-canaux de plaques minces : nos études expérimentales ont montré que les pertes de pression diphasiques étaient bien corrélées par l'utilisation du modèle homogène et, concernant les échanges thermiques, le rôle prépondérant de la vitesse de gaz sur l'évolution du coefficient d'échange le long de la plaque a été illustré (TCM).
- Dynamique d'écoulements dispersés en lit fixe : élaboration et validation d'un modèle moyenné reposant sur le comportement des bulles à l'échelle des interstices (EDT).



- Détermination de la microstructure d'écoulements dispersés lents en liaison avec l'agitation induite et modélisation par modèle hybride. Mise en évidence d'une « transition de phase » par augmentation du taux de vide (EDT).
- Élaboration d'un scénario d'atomisation fondée sur l'imbrication de plusieurs instabilités donnant accès à la taille et au flux de gouttes issues de l'épluchage d'un jet liquide par un fort courant gazeux (EDT).
- Simulation des conditions d'apesanteur d'un liquide dans un réservoir (nombre de Bond très faible) : en utilisant des membranes très minces, le liquide peut être maintenu en haut d'un réservoir avec une courbure de l'interface similaire à celle rencontrée en absence de pesanteur. La rupture de la membrane simule un changement de pesanteur (J. Fluid Mech. 2004) (EDT).
- Un microsystème fluide a été mis au point dans le cadre de MIP, permettant l'exploitation dé耦plée des trois dimensions de l'espace : l'espace 2D du substrat inférieur est consacré au déplacement des gouttes tandis que le substrat supérieur assure, via des déplacements verticaux sur certains sites, zones de stockage ou sites fonctionnalisés, fixés à l'avance, la réalisation progressive de protocoles chimiques et biologiques (MIP).
- La maîtrise de la microfluidique interfaciale (prototypes expérimentaux originaux) et l'usage de la microscopie à effet Brewster a permis de mettre en place un savoir faire sur le contrôle d'assemblages moléculaires en 2-D dans les interfaces eau/air. Sont actuellement visées des applications biologiques (cristaux 2-D de protéines), biotechnologiques (détection de brins d'ADN) et nanotechnologiques (densification 2-D de nanotubes de carbone) (MIP).

#### Développements méthodologiques :

- Recherche et développement en assimilation de données pour l'océanographie opérationnelle : valorisation du filtre SEEK dans la filière MERCATOR/SAM-2 pour la prévision océanique globale à haute résolution; nouvelles applications aux interfaces des milieux connexes (hauturier/côtier, forçages océaniques, physico-biogéochimie marine) dans le projet européen MERSEA. (MEOM)
- Première application d'une méthode d'assimilation de données à une expérience de laboratoire, permettant de mettre en évidence les écarts entre modèle numérique et expérience en régime instationnaire instable (CORIOLIS + MEOM).
- Développement de sondes pariétales : micro-fil chaud sur substrat silicium (TCM), anémométrie laser ultra-résolue en optique intégrée sur verre (EDT) en collaboration avec l'IMEP (Institut de Microélectronique, Électromagnétisme et Photonique).
- Un profileur acoustique de mesures de vitesse et de concentration a été développé. Cet appareil permet d'étudier, en laboratoire et sur le terrain, l'interaction de la turbulence avec les sédiments. L'appareil permet de résoudre jusqu'à deux décades de la zone inertielle du spectre turbulent et fonctionne dans les suspensions fortement concentrées. (HOULE).
- Extension des sondes optiques à détection de phase à la mesure des caractéristiques de la phase dispersée dans les écoulements chargés en gouttes et en écoulements triphasiques (EDT).

Enfin, parmi les innovations à caractère technologique, le projet HARVEST visant le développement et la mise en œuvre d'hydroliennes doit être mentionné. Ce projet d'envergure et multidisciplinaire regroupe quatre laboratoires de la région Rhône-Alpes couvrant les aspects mécaniques, hydrauliques et électriques. Des perspectives de développement de prototypes sont envisagées dans les deux ans (TURBOCAV).

#### ÉVOLUTIONS DES EQUIPES

Les équipes de recherche sont les unités opérationnelles du laboratoire. Ces entités, qui disposent d'une large autonomie sur le plan financier, sont attachées à des thèmes scientifiques ou s'articulent autour d'objets d'étude. Les collaborations inter-équipes sont multiples : outre le partage d'outils et de compétences, ces collaborations se concrétisent à l'occasion de réponses

conjointes à des appels d'offres de diverses natures (dont l'Appel d'Offres interne au LEGI), par le co-encadrement de doctorants, par le rattachement de chercheurs à plusieurs équipes... Les équipes sont destinées à évoluer, notamment à l'occasion de redéploiements thématiques. Les principaux mouvements récents ont porté sur :

- la création en 2003 de l'équipe MIP (Microfluidique, Interfaces et Particules) par des membres de l'équipe Ecoulements Diphasiques, équipe centrée sur l'étude de micro-systèmes fluidiques en présence d'interfaces impliquant des phénomènes principalement déterministes.
- la formation en 2003 de l'équipe EDT (Ecoulements Diphasiques et Turbulences) associant l'équipe Ecoulements Diphasiques et une fraction de l'équipe THEO, dont la vocation est l'étude de la structure et du mélange d'écoulements complexes impliquant des processus stochastiques.

Ces évolutions ont aussi été accompagnées d'un renouvellement de plusieurs responsables d'équipes et de quelques repositionnements individuels.

Par ailleurs, l'équipe PAMIR va intégrer le laboratoire EPM (Elaboration par Procédés Magnétiques). Ce mouvement, qui a reçu l'agrément de toutes les parties et a été validé par la Section 10, sera effectif en fin 2005.

## RECRUTEMENTS

La prospective menée lors du précédent dossier quadriennal avait mis en exergue trois axes prioritaires :

- La microfluidique, déclinée selon deux directions la microthermique et les biotechnologies
- L'espace envisagé à la fois sous l'aspect « lanceurs » et sous l'aspect « observation de la terre »
- L'environnement et l'aide à la décision

ainsi que plusieurs thèmes émergents, comme le montre le tableau ci-dessous extrait du précédent rapport d'activités du LEGI (2002).

QUADRIENNAL 1998-2002	TITRE	THEMES PRINCIPAUX
AXES PRIORITAIRES	Microfluidique	Microthermique
		Particules, Interfaces, Microfluidiques
	Espace	Cavitation, atomisation, échanges thermiques
		Circulations océaniques, climat, prévision méso-échelle
Environnement et aide à la décision	Génie des procédés, Océanographie hauturière, océanographie littorale et hydrosédimentaire	
THEME EMERGENT PRINCIPAL	Acoustique et turbulence	Interférométrie acoustique
THEMES EMERGENTS SECONDAIRES	Hydrodynamique à très grande vitesse	Super cavitation
	Nouvelles technologies de l'énergie	Production d'énergie, interaction fluide-structures
EXPERTISES/METIERS DE BASE	Mécanique des fluides fondamentales et applications « traditionnelles »	Turbulence, turbomachines, cavitation

Les recrutements de chercheurs et enseignants-chercheurs (tableau ci-dessous) sur la période 2002-2005 ont effectivement contribué à renforcer les trois axes prioritaires ainsi que plusieurs thèmes émergents.

NOM	STATUT	ANNEE DE RECRUTEMENT	THEME DE RECHERCHE	THEMES PRIORITAIRES 1998-2002	ÉQUIPE D'ACCUEIL
Arthur SOUCEMARIANADIN	PR-UJF	2002 mutation	Instabilités hydrodynamiques lors de la formation et de l'étalement de gouttes	Microfluidique	MIP
Eric GONCALVES	MC-INP	2002	Simulation d'écoulements turbulents complexes	Cavitation	TURBOCAV
Nadia CANEY	MC-UJF	2003	Échanges thermiques en mini-canal.	Microthermique	TCM
David HURTHER	CR-CNRS	2003	Couplages hydro-sédimentaires	Environnement et aide à la décision	HOULE
Jean-Philippe MATAS	MC-UJF	2004	Atomisation et structure des écoulements dispersés	Espace atomisation	EDT
Mickaël BOURGOIN	CR-CNRS	2004	Dispersion et effets collectifs en écoulements dispersés turbulents denses	Mécanique des fluides fondamentale	EDT
Emmanuel COSME	MC-UJF	2005	Nouvelles méthodologies en assimilation	Environnement et aide à la décision	MEOM
Sébastien FERROUILLAT	MC-UJF	2005	Thermique industrielle (échangeurs, machines thermiques, climatisation) Condensation dans des échangeurs à plaques	Thermique industrielle	TCM
Frédéric PIROTAIS	MC-UJF	2005	Transferts de chaleur et de masse en écoulements industriels, Techniques de contrôle par EAD et EHD	Transferts et contrôle	TCM
Achim WIRTH	CR-CNRS	2005	Paramétrisation et estimation de paramètre pour la modélisation haute résolution des circulations océaniques	Environnement et aide à la décision	MEOM, coll. THEO et CORIOLIS

### BILAN DE L'APPEL D'OFFRES INTERNE

Cet Appel d'Offres interne mis en place en 2001 a permis de soutenir plusieurs projets dont certains ont pris une ampleur certaine. Ces projets ont notamment bénéficié aux collaborations inter-équipes ainsi qu'au soutien de l'activité de recherche de jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs.

PORTEUR PRINCIPAL	CAMPAGNE AO	THEME	CREDITS ALLOUES €	EQUIPES IMPLIQUEES
Th. Maitre	2001	Recherche et caractérisation des courants marins en Atlantique Nord pour une exploitation hydroélectrique	7 622	TURBOCAV + MEOM
Ph. Marty	2001	Visualisation d'écoulements par cristaux liquides	7 622	TCM + DIPHASIQUE
J.-B. Flor	2001	Tourbillons et turbulence de paroi : rotation, courbure et transition	3 493	THEO + TCM
F. Plunian	2002	Analyse de l'efficacité dynamo d'écoulements expérimentaux	11 400	THEO + Laboratoire LGIT
S.Barre	2002	Validation expérimentale de la qualité des mesures de turbulence par sondes optiques en écoulement diphasique à fort nombre de Reynolds	2 700	TURBOCAV + DIPHASIQUE
Ch. Baudet	2003	Dispersion et Effets collectifs en écoulements dispersés turbulents	16 400	THEO + DIPHASIQUE
F. Plunian	2004	Turbulence MHD à grand Rm et faible Pm	11 000	THEO+CORIOLIS

En raison du faible nombre de projets déposés (nombre qui doit toutefois être mis en balance avec la forte activité contractuelle du laboratoire), la question du maintien de cet Appel d'Offre a été débattue au sein du Conseil du Laboratoire (Avril 2005). Prenant acte de la réussite de plusieurs de ces projets (qui se sont par exemple déployés vers des sources de financement externes), et aussi de la pertinence de l'AO interne vis-à-vis de l'activité des jeunes chercheurs, le Conseil a décidé de maintenir cet outil et d'en élargir les critères d'acceptation.

## ACTIONS STRUCTURANTES - POSITIONNEMENT DANS LES PROGRAMMES (2001-2005)

Les actions listées ci-dessous démontrent la forte implication des équipes du LEGI dans les programmes aux échelons européen, national et régional (le détail des contrats est donné en section 1.3).

### Au niveau Européen :

Le LEGI a été impliqué sur plusieurs programmes lancés dans le cadre du 5<sup>ème</sup> PCRD pour lesquels les travaux se sont poursuivis sur la période 2001-2005.

Dans le cadre du 6<sup>ème</sup> PCRD, le LEGI, au travers de l'équipe MEOM, est partie prenante du **Projet Intégré MERSEA**. Ce projet, coordonné par l'Ifremer, rassemble plus de 40 institutions européennes. L'enjeu est de développer un système intégré pré-opérationnel d'observation et de prévision aux échelles globale et régionale de l'océan.

En outre, deux projets viennent d'être acceptés :

- **Réseau d'Excellence ENCORA** (European Network for Coastal Research) impliquant l'équipe HOULE, et dont la partie française est coordonnée par Ph. Sergent du CETMEF. Le coordinateur du Réseau est Job DRONKERS du National Institute for Coastal and Marine Management (The Netherlands).
- **HYDRALAB III** (Programme Integrated infrastructure Initiative), coordonné par Van OS (Delft) comprenant l'accueil d'équipes de recherche Européenne sur de Grands instruments (ACCES), la coordination d'une partie du contrat et un projet de recherche (JRA SANDS) sur le développement d'instrumentation acoustique pour la caractérisation du transport sédimentaire. Cette action, qui associe les équipes CORIOLIS et HOULE, correspond à un financement de l'ordre de 600 k€ sur 3 ans.

D'autres projets européens sont actuellement en cours d'évaluation :

PROGRAMME	TITRE	DUREE	PORTEUR LEGI
BeachMed (CG34-CEE) programme INTERREG	Le cycle sédimentaire : gestion des stocks sableux interceptés par les infrastructures côtières.	2005-2007	H. Michallet
Projet intégré européen Coordinateur M. Dhunon (Thales)	Systèmes de refroidissement pour les composantes dans les systèmes embarqués	2005-2007	S. Tardu
Marie Curie Action, European Network	MACE (Magnetic Field control of Electrochemistry)	2005-2009	A. Alemany

Le LEGI est aussi impliqué dans ERCOFTAC (European Research Community On Flow, Turbulence And Combustion) au travers notamment de deux SIG (« special interest group »):

Le SIG PEPIT en cours de renouvellement sous la forme du centre Henri Bénard, regroupant notamment les laboratoires LMFA, LEGI, le laboratoire de Physique de l'ENSL, le LMM ainsi que plusieurs partenaires tels que CEA, EDF autour de thématiques liées à la turbulence et aux écoulements dispersés.

Le SIG « Microfluidics and Transfer » qui vient d'être créé en 2005 et qui est piloté par M. Favre-Marinet du LEGI.

### Au niveau National :

Le LEGI est impliqué dans plusieurs programmes nationaux, souvent en tant que porteur :

#### PPF :

Le LEGI est pilote deux PPFs :

MICROTHERM sur les échanges thermiques aux micro-échelles

Plateforme expérimentale de spectroscopie acoustique multi-échelles.

et participe au PPF DYSCO (Dynamiques des systèmes complexes).

#### Groupements de recherche :

GDR « Structure de la turbulence et mélange » : 2005→2008

GDR « Dynamo » : 2003→2006

GDR 2799 : « Micropesanteur Fondamentale et Appliquée » : 2004→ 2007

GDR 2502 "Contrôle des Décollements" 2002→2006, pour lequel une demande de renouvellement a été déposée à l'automne 2005.

GDR 2503 « Micro et Nanothermique » 2002→2006

#### Programmes :

Programme INCA (SNECMA-ONERA-CNRS)

Programme COMPERE (CNES, EADS, AIR LIQUIDE, ONERA, DLR, CNRS, ZARM)

Réseau de Recherche et d'Innovation Technologique « Recherche Aéronautique sur le Supersonique »

PATOM (Programme National « Atmosphère et Océan en Multi-Echelles)

PNEC (Programme National sur l'Environnement Côtier)

Groupe Mission MERCATOR-CORIOLIS

Programmes spatiaux d'observations (CNES – ESA – NASA)

38

ACI: « Masses de données » (1 opération), « Non pollution-dépollution » (1 opération), « Nouvelles méthodologies analytiques et capteurs » (2 opérations), « Physico-chimie des milieux complexes » (1 opération), « Risques et Changement Climatique » (1 opération), Action concertée Energie (2 opérations),

Fonds de la Recherche et de la Technologie – FRT (3 opérations)

#### ANR :

Trois projets viennent d'être acceptés dans le cadre de l'appel d'offre non thématique :

ACRONYMES	TITRE	COORDINATION ET DUREE	PARTENAIRES	MONTANTS € TOTAL/PART LEGI	EQUIPES LEGI IMPLIQUEES
TOPOGI-3D	Topographie et ondes de gravité internes dans l'atmosphère et l'océan	Ch. Staquet (LEGI) 3 ans	LEGI, IMFT, ENSL	320 000 / 179 740	THEO, CORIOLIS
TSF	Turbulence Superfluide en France	B. Castaing (CEA) 3 ans	ENSL, CEA/SBT, CRTBT, LEGI, CEA/SPEC	490 000 / 114 400	EDT
DYNA	Dynamique et simulation de l'atomisation assistée	S. Zaleski (LMM) 3 ans	LMM, LEGI, IMFT, ONERA	420 000 / 104 000	EDT

Plusieurs projets soumis à des ANR thématiques sont en attente de réponse :

Calcul intensif et grilles de calcul	S.I.E.T. : Simulation instationnaire des écoulements turbulents : couplage modélisation statistique simulation des grandes échelles et applications aux écoulements industriels complexes	LMFA (porteur), LEGI, LMM, CEA	O. Metais
PREBAT	Cellule-test pour évaluation des performances énergétiques d'enveloppe	Coordinateur Quenard CSTB	F. Jousselein

## Pôles de compétitivité

Le LEGI participe aux projets en cours d'élaboration au sein du **Pôle de Compétitivité EnRRDIS** sur les Nouvelles Technologies de l'Energie, sur les thèmes suivants : Nouvelle hydraulique (réhabilitation), Hydrolienne, Durée de vie des composants hydrauliques et fiabilité (cavitation, érosion par les sédiments).

## Au niveau Régional :

Le LEGI participe au **pôle Envirhonalp** récemment créé, et dont la vocation est de permettre aux établissements moteurs (Cemagref et CNRS, INPG, INSA, UCBL et UJF) de conduire un projet scientifique ambitieux et concerté dans le domaine de l'environnement. Ce pôle, qui s'inscrit dans la durée, a notamment pour mission d'aider à structurer, développer et pérenniser un certain nombre de plateaux technologiques et d'observatoires au travers de l'acquisition de grands équipements pour la recherche, la formation et la valorisation et par le biais de développements immobiliers. Le LEGI est directement impliqué dans cinq plateaux :

PS2E : Suivi Physique de l'Eau dans l'Environnement

ECOFLU : Ecoulements et flux de matières associés aux cours d'eau et réseaux hydrographiques naturels ou artificiels

PEI : Procédés, Effluents, Industrie

CC : Changement climatique alpin

MOCQUA : Outils de Modélisation et Contrôle de la Qualité de l'Air

dont les contours, les acteurs et les objectifs sont décrits plus en détail par ailleurs (<http://envirhonalp.obs.ujf-grenoble.fr/>).

Le LEGI prend aussi part au **projet HYDER** « Hydraulique et Energie Renouvelable », plateau composé de démonstrateurs et simulateurs, et constitué en partenariat avec les intervenants industriels du pôle de compétitivité EnRRDIS (banc industriel d'essais de machines hydrauliques, micro-centrale, nouveau concept de machines hydrauliques, hydroliennes, intégration à un réseau d'énergie distribuée,...).

Soulignons ici que l'ensemble des plateaux ECOFLU, PEI, et HYDER participent au projet de plateforme pédagogique « Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement » pour la formation initiale ou continue à l'INPG aussi bien qu'à l'UJF, et dont l'objectif est de développer de nouvelles pratiques d'ingénierie intégrant les enjeux liés au développement durable, aux risques et à l'éco-industrie.

Parallèlement, la région Rhône-Alpes a souhaité, à l'été 2004, structurer ses appels d'offre en mettant en place de clusters de recherche centrés sur des enjeux sociétaux liés au développement économique, social et sanitaire de la région. Sur les 14 clusters créés, le LEGI est partie prenante de quatre thèmes :

N° 1 - Microélectronique, nanosciences et nanotechnologies

N°6 - Environnement (déchets, eau et milieux aquatiques, biodiversité, risques naturels et industriels, santé et environnement)

N°7 - Energies renouvelables, efficacité énergétique (incluant les aspects techniques, économiques et sociaux) (solaire, biomasse, hydrogène, gestion des réseaux et implications sociétales)

N°8 - Transports, territoires et société (aménagement du territoire, sécurité et transports, véhicules).

Ces clusters organisent des collaborations à l'échelon régional autour d'un programme scientifique commun. Le soutien aux projets se traduit principalement par des bourses de thèses.

Le LEGI participe aussi aux CLUSTERS RHONE-ALPES, structures visant un renforcement de la compétitivité des entreprises au travers du développement commercial et international, de la

performance industrielle et de l'innovation technologique. Le LEGI est partie prenante de l' « Aerospace Cluster in Rhône-Alpes » et participe au thème bâtiment du futur dans le cadre du cluster « Energies renouvelables et maîtrise de l'énergie ».

## BILAN DE LA PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le nombre de publications internationales, associé au niveau de reconnaissance des revues, constitue un élément de mesure de l'activité scientifique et de sa qualité. Sur quatre années pleines, entre janvier 2001 à décembre 2004, 196 articles ont été publiés dans des revues à comité de lecture. Sur la même période, le nombre de communications dans des conférences s'établit à 468 plus 36 conférences invitées. A ces chiffres s'ajoutent 37 ouvrages ou contributions à des ouvrages collectifs. Ces chiffres illustrent la forte reconnaissance des chercheurs du LEGI. Le détail par année indiqué ci-dessous, traduit une production soutenue et régulière, caractéristiques que ne démentent pas les données partielles disponibles pour 2005.

	2001	2002	2003	2004	2005*	A paraître ou soumises	TOTAL
<b>Publications de rang A</b>	49	52	49	46	38	89	323
<b>Communications</b>	95	118	132	123	103		571
<b>Conférences invitées</b>	17	5	5	9	5		41
<b>Thèses soutenues</b>	9	12	12	20	6		59
<b>Habilitations à diriger des Recherches</b>				3	2		5

\*(Bilan fin septembre 2005)

Ces données correspondent à un taux de publication moyen / chercheur / an de : 1,25 publication de rang A et ouvrages, 2,7 publications expertisées.

### ► LISTE DES JOURNAUX DANS LESQUELS PUBLIENT LES CHERCHEURS DU LEGI (2001-2005)

REVUES	PUBLICATIONS	
	Parues	A paraître
Acta Mechanica		1
Aiche Journal		1
AIAA J.	3	
Ann. Rev. Fluid Mech	1	
Annale Univ. Blaise Pascal		1
Annals of glaciology	1	
Applied mathematical modelling	1	
Applied thermal engineering	2	1
Atmospheric and Oceanic Physics	1	
Atmospheric chemistry and physics discussions	1	
Archives of Mechanics	1	
Atomisation and spray technology	1	
Boundary-layer meteorology		1
Bulletin of the American Physical Society	2	
Chemical Engineering Technology	1	
Climate dynamics	1	1
Coastal Engineering	1	
Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering		2

REVUES	PUBLICATIONS	
	Parues	A paraître
J. of atmospheric and oceanic technology	1	1
J. of Climate	1	
J. of crystal growth	1	
J. of electrostatics		1
J. of engineering mathematics	1	
J. of Fluid Mech	23	10
J. of Fluids Engineering	8	4
J. of fusion energy		1
J. of Geophys. Res	10	
J. of heat transfer	1	
J. of hydraulic research	1	
J. of hydraulic engineering	1	
J. of imaging science and technology	1	
J. of Marine Research	1	
J. of Marine Systems	6	3
J. of oceanic engineering		
J. of Phys. D: Appl. Phys	1	
J. of Phys. Oceanogr	6	4

Aspects		
Combustion		
Computers and Fluids	1	
CRAS	9	3
Deep Sea Res.	1	1
Doklady physics	1	
Dyn Atm. Oceans	8	
Energy and buildings		1
Energy Conversion and Manag.	1	
Engineering Turbulence Modelling and Measurements	1	
Ercoftac Bulletin	1	
European J. Mechanics B/Fluids	2	1
European Physics Journal B	1	
Exp. Thermal and Fluid Science	2	
Experiments in Fluids	7	1
Flow, turbulence and combustion	2	
Fluid Dynamics Research	1	
Geophysic research letters	3	
Geophysical and astrophysical fluid dynamics	2	
Heat transfer Engineering	2	3
IEEE J. of oceanic engineering	1	
Il Nuovo Cimento	2	1
Int. J. for Num. Methods in Fluids	3	1
Int. J. Heat and Fluid Flow	3	1
Int. J. Heat and Mass Transfer	7	2
Int. J. Multiphase Flow	2	
Int. J. of Applied Electromagnetics and Mechanics		1
Int. J. of Engineering science	1	
Int. J. of environment and pollution	1	
Int. J. of Heat exchanger	1	
Int. J. of Heat and Technology	1	
Int. J. of offshore and polar engineering		1
Int. J. of Remote Sensing	1	1
Int. J. of rotating machinery		1
Int. J. of Thermal Sciences	2	
Int. J. of Transport Phenomena	1	
Inverse Problems	1	
J. of applied electrochemistry	1	
J. of applied mechanics		1
Science of the total environment		1
Sensors		1
SIAM review		1
Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers	1	
Science of the total environment		1

J. of physics. D.		
Int. J. of refrigeration	2	
J. of science and technology	1	
J. of Turbomachinery		1
J. of Turbulence	7	4
J. of waterway, port, coastal, and ocean engineering	1	1
JSME International J.	1	
Karstologia	2	1
La Houille Blanche	6	1
L'Astronomie	1	
Lecture notes in physics	1	
Magnetohydrodynamics	2	
Marine geodesy	1	
Mécanique et Industries	3	
Microelectronics J.	1	
Microfluidics and nanofluidics		1
Microscale thermophysical engineering	2	
Multiphase Science and Technology	2	
Nature	1	
Ocean dynamics	1	5
Ocean Modelling	3	4
Phys. Fluids	12	4
Phys. Rev. E	2	2
Physica C	1	
Physica D		1
Physica scripta	1	
Proceedings of the Royal Society A		1
Progress in Oceanography	6	
Quaterly J. of the Royal Met. Soc.	2	3
Regular and Chaotic Dynamics	1	
Review of scientific instruments	2	
Revue - ATIP	1	
Revue d'archéométrie	1	
Revue de l'énergie	1	
Revue française de Génie Civil		1
Rus. J. Electrochem	1	
Scientific Bulletin of Polytechnica Univ. Timisoara	1	1

## BILAN DES ACTIONS DE VALORISATION

Le LEGI est aussi impliqué dans des opérations de valorisation. Outre les nombreuses collaborations avec des partenaires industriels ou institutionnels, les activités déployées intègrent aussi :



✓ le dépôt de brevets :

- Plusieurs nouveaux brevets ont été déposés sur la période 2001-2005 (cf. Section 3), et un nombre significatif d'entre eux ont été étendus ou sont en cours d'extension à l'international.

✓ la protection de logiciels :

- Contribution au développement du code numérique NEMO (outil national) (MEOM)
- Système d'acquisition et de traitement en temps réel d'un signal issu de fibres optiques – dossier APP en cours de constitution (EDT)

✓ la diffusion de logiciels libres :

- Développement d'un ensemble de logiciels « CIVx », sous licence GNU (GPL), pour l'imagerie et la vélocimétrie en mécanique des fluides, en partenariat avec la société GDID (CORIOLIS)

✓ la cession de licences et savoir-faire :

- Une convention d'exploitation (industrialisation et commercialisation) de résultats et de savoir-faire sur les tuyères à écoulement diphasique super-critique pour la lutte contre l'incendie est en cours de négociation entre SIEMENS et UJF+CNRS pour une durée de 8 ans (EDT).

✓ des opérations d'incubation :

Deux opérations d'incubation ont démarré avec le soutien de l'incubateur GRAIN :

OPERATION	PORTEUR
Sté Ascension Photonics	GLUCK Stéphane
Sté Siliflow	LOPEZ Brice

La société Ascension Photonics se propose de valoriser plusieurs capteurs optiques développés au LEGI. La Société Siliflow a vocation à diffuser des technologies de dispense de gouttes innovantes.

✓ la réponse à des sollicitations industrielles au travers du « Portail Industrie » du LEGI :

Le bilan des opérations menées depuis le printemps 2004 est indiqué ci-dessous :

INDUSTRIEL	LIEU	SUJET	DATE DU CONTACT	REPOSE
AUTOLIV	Cergy-Pontoise	Aérodynamique instationnaire de l'intérieur des portières de voiture en cas de choc latéral.	Avril 2004	Conseil
HYDRETUDE	Gap	Etude de l'effet d'un barrage sur une situation de crue d'un torrent des Hautes-Alpes. Nécessité d'une maquette de 25m de long pour répondre à l'appel d'offre.	Sept. 2004	Redirigé EPFL Lausanne
CEGELEC	Grenoble Venissieux	Problème de brûlure de fils avec un chalumeau : détermination de la température derrière une tôle chauffée par un chalumeau (expertise pour procès).	Déc. 2004	LEGI – pas de suite
JEANBRUN Appareillage	(Jura)	Calcul de formes d'augets pour une roue à aubes de moulin à eau	Janvier 2005	Redirigé CremHyg
BAXTER	La Châtre – Indre	Problème d'écrasement des tuyaux des poches sanguines lors d'un passage en autoclave à 120° et 4 bars.	Mai 2005	Redirigé L3S En cours
TI AUTOMOTIVE Fuel systems	Chalon en Champagne Marne	Problèmes de charges électrostatiques dans les réservoirs d'essence et risques d'incendies associés.	Juin 2005	LEGI - en discussion

- ✓ des interventions de type expertise-conseil :

Plusieurs membres du laboratoire interviennent auprès d'industriels par des prestations (à titre personnel) de type expertise ou conseil.

## COLLABORATIONS INTERNATIONALES FORMALISEES

NOM	INSTITUTION PARTENAIRE	ORGANISME / PROGRAMME
C. Georgescu	Univ. Polytec. Bucarest	ECONET
G. Gerbeth	Forschungszentrum Rossendorf/ Dresden	CEE/CNRS
Maris Elerts	Agence pour le devpt de la Lettonie (LDA)	UJF
C. Böning	IFM-GEOMAR Kiel	projet Drakkar
S. Gulev	SIO MOSCOU	Chercheurs associé CNRS
A. Beckmann	Université d'Helsinki	PICS/CNRS
R. Labbé	Université de Santiago du Chili	ECOS-CONYCIT
R. Hernandez	Université du Chili	FONDECYT
C. Stern	Université de Mexico	ECOS
J. Schröter	AWI (Allemagne)	projets européens DIADEM, TOPAZ, MERSEA
G. Evensen	NERSC (Norvège)	projets européens DIADEM-TOPAZ
P.J. van Leeuwen	IMAU (Pays-Bas)	projets DIADEM et MERSEA
E. Chassignet	U. Miami (USA)	consortium HYCOM
H. Hulburt	NRL (USA)	consortium HYCOM
D. Broboana	Université polytechnique de Bucarest, Roumanie	MIRA ECONET FITT
S. Drobnik, D. Asendrych	TU Czesochowa	Min. Affaires Etrangères, Programme Polonium
A. Azzi	Univ. des Sciences et de la Technologie d'Oran	Agence Universitaire de francophonie
B.M. Sumer	Technical University of Denmark	CEE -LIMAS
R. Stepanov	Inst. de mécanique des milieux continus, Perm (Russie)	Professeur invité UJF EcoNet
J. Priede	Institut de Physique de Lettonie	EcoNet
R. Touriri	LAMSI, ENIT (Tunisie)	Professeur invité UJF
K.-H. Rädler	Inst. Astrophysique Potsdam (Allemagne)	AO-LEGI
D. Boyer	Univ. Arizona, Dept. of Aerospace Engin., USA	Professeur invité UJF
Prof. G. Brenn	UTG Graz	Amadeus
M. Sokolovskiy	Russ. Acad. of Sciences,	INTAS
M. Si Ameur	Univ. Batna, Algérie	Professeur invité INPG
S. Drobnik A. Boguslawski	Université de Tchestochowa, Pologne	Projet Polonium

## COLLABORATIONS INTERNATIONALES NON FORMALISEES

NOM	ÉTABLISSEMENT D'ORIGINE
R. Damain	UTC, Roumanie
F. Bark	Faxen, KTH Stockholm, Suède
J. Freiberg	IPUL (Institute of Physics of the University of Latvia)
M. Coey	Trinity College Dublin, Irlande
S. Molokov	Université de Coventry, UK
W. Dewar	FSU, Tallahassee
w. Large	NCAR, Boulder, USA
E. Pavia, J. Candella, J. Sheinbaum	CICESE, Ensenada
M. Brocchini	Univ. Genoa
C. Martínez-Bazán	Universidad de Jaén, Spain
J. Lasheras	UCSD
Z. Warhaft	Cornell
E. Bodenschatz	MAX Planck (Gottingen)
R. Menard	Service météorologique du CANADA
H. Leighton	Univ. McGill, Canada
Norm o'neill	Nasa/goddard & cartel (Canada)
Prof. Shuo-Hung Chang	NTU (National Taiwan university)
Ian Eames	UCL, Londres, UK

Peter Davidson	Univ. de Cambridge , UK
Prof. Ivey	WRC-UWA, Parth
Prof. Lemmin	EPFL
E. Terray	WHOI, USA
P.-D. Thorne	Univ. Liverpool, UK
E. Georgescu	UTCB, Roumanie
G. H. Schnerr	Université de Munich
Dr Roy Cropper	N E W I (Mechanical Eng dept)
Drs Paolo Cipollini, Peter Killworth	Southampton oceanography center (UK)
Dr Nicolas Wienders	Florida state university, USA
A. Gaillitis	Inst. de Physique de Lettonie
A. Courvoisier	Univ. de Leeds (UK)
T.Gerkema	NIOZ, Pays-bas
M.P.Lelong	NWRA (Northwest Research Associates)
S. Ben Nasrallah	ENIM Monastir

## MANIFESTATIONS ORGANISEES PAR DES PERMANENTS DU LEGI

### SUR GRENOBLE (2001 – 2005)

Euromech 421 « Strongly coupled dispersed two-phase flows / Ecoulements diphasiques dispersés fortement couplés » 10 – 12 Septembre 2001, Grenoble (60 participants, 17 nations).

Congrès de la Société Française de Thermique, 3-6 Juin 2003 Grenoble, France

Ecole d'Eté internationale intitulée « Advanced computational fluid dynamics for industrial and geophysical turbulence: methods and applications » à Autrans (Isère), 24 Août - 5 Septembre 2003.

13<sup>rd</sup> European Drag Reduction Meeting - Aussois (2004).

Colloque Euromech - Colloquium 472 on Microfluidics and Transfer (6-8 Sept 2005, Grenoble)

2<sup>ème</sup> Journée du Groupe Régional Rhône-Alpes de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF), 7 Juillet 2005, Grenoble.

### HORS GRENOBLE (2001 – 2005)

5th PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD, Ramatuelle France du 16 au 20 septembre 2002 (environ 200 participants, 22 nations).

6<sup>th</sup> PAMIR International Conference on Fundamental and Applied MHD, Lettonie, du 27 Juin au 01 Juillet 2005 (environ 220 participants 25 nations).

Ecole d'Été de Cargèse (Direction et direction scientifique) "Turbulence : Measurements and Signals" (mai 2002).

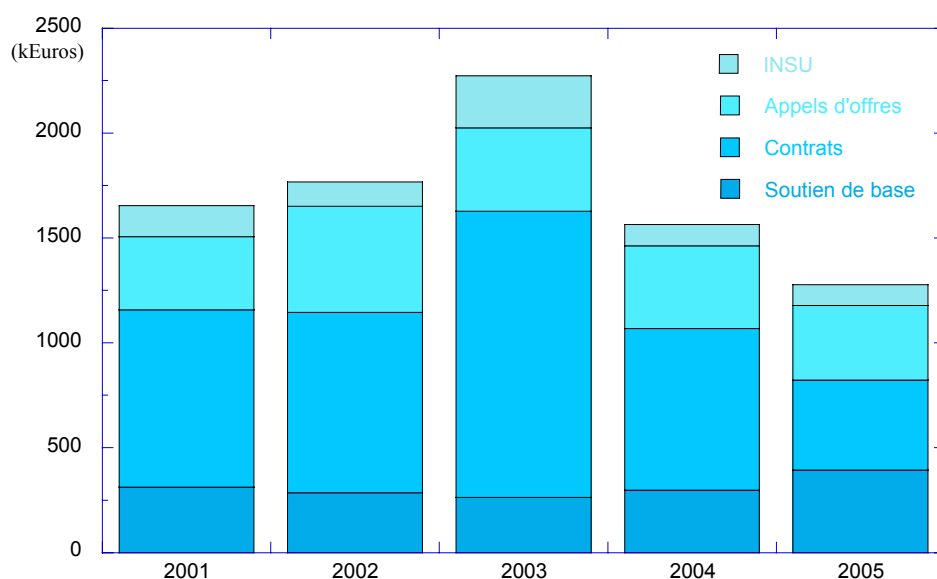
Enfin, le Congrès Français de Mécanique 2007 se tiendra à Grenoble, et le LEGI prend une part active à l'élaboration de cette manifestation. En particulier, Emil Hopfinger préside le Conseil scientifique.

## 1.3 BILAN FINANCIER

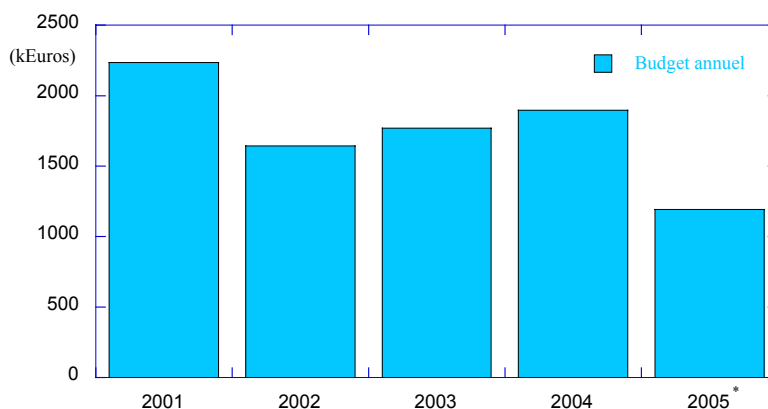
### ► RESSOURCES DU LABORATOIRE

Les ressources du laboratoire s'élèvent en moyenne à 1,6 MEuros par an (1,7 MEuros en comptabilisant les crédits de l'INSU). Ces montants correspondent aux ressources gérées par le laboratoire, et sont donc évalués hors salaires des permanents, hors supports budgétaires et bourses gérées par les organismes, hors dotation d'infrastructure et hors heures de calcul externes.

Ces ressources se répartissent entre typiquement 20 % provenant du soutien des établissements, et 80% en provenance de ressources contractuelles. Ces proportions sont restées assez stables sur la durée du quadriennal : elles témoignent du fort dynamisme des membres du laboratoire.



La plupart des opérations étant pluriannuelles, l'évolution des ressources estimées en comptabilisant la globalité des contrats signés en année N (graphe ci-dessus) diffère sensiblement de l'évolution des budgets annuels. Ces derniers (graphe ci-dessous) représentent plus fidèlement l'activité du laboratoire : leur évolution, plus lisse, dénote une activité soutenue (pour 2005, le chiffre est établi au 30 Septembre).



## ► EVOLUTION BUDGET 2001 – 2005

Le tableau ci-dessous résume les principales sources de financement. Pour les crédits d'origine contractuelle, les sommes affichées correspondent au montant total des contrats signés l'année N.

Montants en Euros	2001	2002	2003	2004	2005*
<b>Soutien de base</b>					
. CNRS	134 155	114 400	92 880	127 000	168 000
. INPG	45 887	45 887	64 580	64 580	64 580
. UJF	48 756	48 756	65 450	65 450	65 450
Total	228 798	209 043	222 910	257 030	298 030
<b>Equipement</b>					
. CNRS	30 490	23 000			55 000
. INPG	24 392	24 392	17 020	17 020	17 020
. UJF	25 916	25 916	21 250	21 250	21 250
Total	80 798	73 309	38 270	38 270	93 270
<b>Vacations</b>					
. INPG	1 448	1 448	1 448	1 448	1 448
. UJF	1 083	1 083	1 295	1 295	1 295
Total	2 531	2 531	2 743	2 743	2 743
Total soutien dotation	312 127	284 883	263 923	298 043	394 043
<b>Crédits contractuels</b>					
Programmes nationaux, Ministères, INSU, GDR	244 310	415 864	252 980	228 389	182 087
. PPF	12 108	12 108	59 500	78 300	72 300
. Région	51 121	56 408	54 649	72 639	101 477
. BQR	41 669	22 000	30 500	17 000	0
. Contrats	563 512	457 489	795 563	216 950	342 748
. Contrats Européens	267 596	373 244	516 781	526 003	0
. Lettres de commande	14 714	29 818	51 419	27 072	84 866
Total crédits contractuels	1 195 030	1 366 931	1 761 392	1 166 353	783 478
<b>TOTAL</b>	<b>1 507 157</b>	<b>1 651 814</b>	<b>2 025 315</b>	<b>1 464 396</b>	<b>1 177 521</b>
Gestion directe INSU	147 163	115 089	246 560	100 000	99 000

\*Situation au 30 Septembre 2005.

Concernant l'origine des ressources contractuelles, les contrats de recherche (hors Europe) représentent une part significative des ressources (plus de 30%), suivis par les contrats européens (~20-25%) et les appels d'offres de diverses origines (~25%). Le soutien de base, loin d'être négligeable, joue un rôle central dans la politique du laboratoire. Ces crédits non pré-alloués, permettent notamment d'orienter la politique scientifique par des redistributions sur projets, de lisser des fluctuations de ressources (rôle de banque), de favoriser la mutualisation notamment en termes d'équipements, de promouvoir des actions externes (animation inter-laboratoires, manifestations etc...)

La mise en place ainsi que le suivi de ces contrats, notamment des contrats Européens, représentent un effort de gestion considérable. Ainsi, le nombre de lignes budgétaires (contrats, appels d'offres, etc...) devant être suivies chaque année est supérieur à 110 pour plus de 1400 commandes.

## ► BUDGET CONSOLIDE 2004 EN K€ (ESTIMATION)

Cette estimation du budget consolidé est basée sur une quotité de 100% pour tous les chercheurs et enseignants-chercheurs présents au laboratoire. Le coût de l'environnement n'a pas été pris en compte, et les heures de calcul sur ressources informatiques externes (IDRIS...), bien que significatives (cf. Section 1.4), ne sont pas comptabilisées.

Montants en Euros	MEN	CNRS	RESSOURCES CONTRACTUELLES	AUTRES	TOTAL
Fonctionnement et Equipement	171 143	127 000	859 233		1 157 376
Infrastructure	115 000*				115 000
Salaires des Personnels sur postes budgétaires	1 801 900	1 640 302			3 442 202
Salaires des Personnels non statutaires et bourses	535 890	142 773	407 020	578 764	1 664 447
<b>TOTAL</b>	<b>2 623 933</b>	<b>1 910 075</b>	<b>1 266 253</b>	<b>578 764</b>	<b>6 379 025</b>

\* Dotation ministérielle d'infrastructure reçue par l'ENSHMG au titre du LEGI.

## ► LISTE DES CONTRATS 2002 - 2005

### 1. Contrats de recherche hors CEE à l'INPG (2002 - 2005)

	CONTRACTANT	DEBUT	FIN	RESPONSABLE(S)	TOTAL € HT	TITRE
2002	SNECMA/SEP	11/01	09/04	FORTES – PATELLA	63 814	Modélisation de l'écoulement tridimensionnel diphasique
	CNES	01/02	09/02	HOPFINGER CARTELLIER	29 300	Formation des gouttes et bulles par ballottement
	ALCATEL	02/02	11/02	ALEMANY	16 100	Etat de l'art sur la conversion MHD pour une application spatiale
	DGA	02/02	02/03	FORTES – PATELLA	40 000	Analyse et modélisation des risques d'érosion par cavitation des propulseurs
	SNECMA/SEP	03/02	09/02	FRANC	16 000	Essais BIF4
	PEUGEOT - CITROEN - PEM	10/02	02/03	ALEMANY	12 200	Modélisation numérique du transfert de masse sur banc vertical en électrodéposition continue
	ALCATEL	11/02	10/03	ALEMANY	16 000	Etat de l'art sur la conversion MHD pour une application spatiale
					<b>193 414</b>	
2003	SNECMA/SEP	04/03	10/03	FORTES PATELLA	15 000	Compréhension des instabilités de cavitation au sein des inducteurs de turbo-pompes spatiales
	CEA	05/03	10/04	ACHARD	20 000	Dispense de gouttes polymériques sur surface fonctionnalisée
	MECAMIDI MESSIER-BUGATTI	06/03	03/04	KUENY	25 000	Production d'une turbine Francis
	CNES	08/03	12/03	METAIS	10 000	Ecoulements turbulents dans les canaux de refroidissement du divergent du moteur Vulcain II
	CNES	09/03	10/03	HOPFINGER CARTELLIER	20 550	Formation des gouttes et bulles par ballottement
	ALCATEL	10/03	01/05	ALEMANY	40 400	Etat de l'art sur la conversion MHD pour une application spatiale
					<b>130 950</b>	

2004	EDF	07/04	07/05	FORTES PATELLA	-	15 000	Marquage et érosion du matériau soumis à Cavitation
							<b>15 000</b>
2005	CETU Ministère de l'équipement	02/05	02/06	LESIEUR		15 000	Mouvement des fumées en cas d'incendie dans un tunnel
	Arjowiggins	03/05	09/05	MAITRE*		41 000	Optimisation du dispositif d'écoulement de pâte à papier
							<b>56 000</b>

\*gestion INP Entreprise SA

▶ <b>TOTAL POUR LES 4 ANNEES</b>	<b>395 364</b>
----------------------------------	----------------

## 2. Contrats de recherche hors CEE à l'Université Joseph Fourier (2002 – 2005)

	CONTRACTANT	DEBUT	FIN	RESPONSABLE(S)	TOTAL € HT	TITRE	
2002	CNES	03/02	12/03	BARNIER	27 930	CLIPPER 2002	
	VAI CLECIM	12/01	11/02	MCCLUSKEY	45 735	Décapage à grande vitesse	
	EPSHOM	04/02	04/03	STAQUET	50 167	Interaction d'ondes d'inertie gravité avec un courant cisailé barocline	
	EPSHOM	10/02	10/05	FLOR	82 700	Mélange dans les structures tourbillonnaires	
	VAI CLECIM	11/02	10/03	MCCLUSKEY	18 000	Décapage à grande vitesse - avenant1	
						<b>224 532</b>	
	EPSHOM	12/03	12/06	BRASSEUR STAQUET SOMMERIA	448 298	Validation de modèles océan - Dynamique de la marée interne Méthodes séquentielles d'assimilation filtrage SEEK	
2003	ADEME	04/03	03/05	CHOLLET	48 227	Modélisation de la pollution atmosphérique – PRIMEQUAL 2	
	EPSHOM	11/02	09/05	METAIS	140 045	Développement de modèles non-hydrostatiques pour la dynamique de l'océan	
						<b>636 570</b>	
2004	SIEMENS	11/04	10/06	THIBAUT	60 000	Tuyères à jet de brouillard pour lutte contre l'incendie	
	CERBERUS	01/04	10/04	THIBAUT	53 400	Tuyère à jet de brouillard pour lutte contre l'incendie	
						<b>113 400</b>	
2005	TECHNICATOME	07/05	12/05	ALEMANY	71 360	Prestation de modélisation numérique et qualification de la réponse en pression de deux systèmes de pressurisation	
						<b>71 360</b>	

▶ <b>TOTAL POUR LES 4 ANNEES</b>	<b>1 045 862</b>
----------------------------------	------------------

## 3. Contrats de recherche hors CEE au CNRS (2002 - 2005)

	CONTRACTANT	DEBUT	FIN	RESPONSABLE(S)	TOTAL € HT	TITRE
2002	DGA	11/01	11/02	PELLONE	28 043	Convention jeune chercheur
						<b>28 043</b>
2003	DGA	01/03	01/04	THIBAUT	28 043	Convention jeune chercheur
						<b>28 043</b>

2004	IFREMER	07/04	06/05	HURTHER	10 000	Développement du profileur 3D
	CNES	07/04	11/04	HOPFINGER CARTELLIER	56 600	Programme COMPERE
					<b>66 600</b>	
2005	ONERA /Programme INCA	03/05	02/06	CARTELLIER MATAS	65 000	Systèmes d'injection aérodynamiques : mécanismes d'instabilité et effets de géométrie
	ONR	06/05	12/07	BRASSEUR	150 388	Development of a sequential data assimilation system for regional ocean predictions using HYCOM
					<b>215 388</b>	

▶ <b>TOTAL POUR LES 4 ANNEES</b>	<b>338 074</b>
----------------------------------	----------------

#### 4. Contrats de recherche hors CEE à l'ADR (2002 - 2005)

	CONTRACTANT	DEBUT	FIN	RESPONSABLE(S)	TOTAL € HT	TITRE
2002	SNECMA	01/02	12/02	REBOUD	11 500	Vulcain
						<b>11 500</b>
2004	CNES	07/04	07/05	HOPFINGER CARTELLIER	21 950	Formation de gouttes et bulles par ballotement des ergols dans les réservoirs.
						<b>21 950</b>

▶ <b>TOTAL POUR LES 4 ANNEES</b>	<b>33 450</b>
----------------------------------	---------------

#### 5. Contrats de recherche européens (2002 – 2005)

	CONTRACTANT	DEBUT	FIN	RESPONSABLE(S)	TOTAL € HT	TITRE	
2002	CNRS	CEE	12/01	10/04	ALEMANY	141 686	Magdyn (TMR, 5ième PCRD)
	UJF	CEE	01/02	09/03	ALEMANY	6 850	Colloque PAMIR 2002
	UJF	CEE	02/02	10/03	VERRON	9 726	GAMBLE (Thematic Network. 5ième PCRD)
	UJF	CEE	07/02	06/05	SOUCEMARIANADIN	133 527	IMAGE-IN (Prog. 5ième PCRD)
	UJF	CEE	07/02	05/03	ALEMANY	12 772	Colloque PAMIR 2002
	INPG	CEE	04/02	03/05	FAVRE-MARINET	68 683	Screen Clean (Prog 5ième PCRD)
					<b>373 244</b>		
2003	UJF	CEE	03/03	02/04	SOMMERIA	105 000	Grande plateforme Coriolis
	INPG	CEE	01/03	12/05	FRANC	411 781	PREVERO
					<b>516 781</b>		
2004	CNRS	CEE	04/04	03/08	VERRON	526 003	Mersea (IP, 6ième PCRD)
						<b>526 003</b>	

▶ <b>TOTAL POUR LES 4 ANNEES</b>	<b>1 416 028</b>
----------------------------------	------------------



## ► LISTE (NON EXHAUSTIVE) DE SOUTIENS AU TRAVERS DE PROGRAMMES 2001-2005

### 1. FNS et FRT 2002 - 2005

FNS ou FRT	TITRE	PARTENAIRES	RESPONSABLE(S) LEGI	MONTANT € TOTAL / PART LEGI
FNS – ACI « Masses de données »	ASSIMAGE – Etude de techniques d'assimilation de données image dans des modèles de simulation de fluides géophysiques	CNRS, INRIA, CEMAGREF, LEGI, LMC (porteur)	P. Brasseur	240 000 / 3 000
FNS – ACI « Non pollution-dépollution »	Biofiltration des gaz	LEGI, LTHE, L3S	P. Séchet (porteur ACI)	250 000 / 92 809
FNS – ACI « Nouvelles méthodologies analytiques et capteurs »	Caractérisation simultanée de la Vitesse, de la Taille et du MATériau de particules en écoulements (VITAMA)	IUSTI (porteur) LESP, LEGI, IMEP	A. Cartellier	125 000 / 23 875
FNS – ACI « Nouvelles méthodologies analytiques et capteurs »	Microfluidique interfaciale appliquée à la détection d'ADN et la caractérisation de slicks	LGEB, LEGI	L. Davoust, JL. Achard	88 000 / 43 360
FNS – ACI « Prévention des catastrophes naturelles »	Genèse et instabilités des fronts et cyclones intenses	LSEET, LMFA, IRPHE, LMD, LEGI	JB. Flor (porteur ACI)	110 000 / 46 200
FNS – ACI « Physico-chimie des milieux complexes »	Croissance monocristalline 2-D de protéines à une interface fluide	DRFMC/SprAM, IBS	L. Davoust, JL. Achard	68 598 / 33 997
FNS - ACI « Energie »	PRI Microéchangeurs thermiques	ISITEM, LEMTA, CETHIL, LEGI	P. Marty	129 000/ 22 500
FNS - ACI « Energie »	Projet H2 THERM: Modélisation thermique et mécanique du stockage d'H2 par adsorption	LIMHP, LIMSI, IMP, LMARC, LEMTA, LEGI, LEMTA	P. Marty	75 613/ 16 833
FRT - Supersonique	Simulation des grandes échelles pour l'aérodynamique et l'acoustique de l'avion de transport supersonique	LEGI	O. Metais	109 700
FRT Croco	Réalisation de matrices de brassage optique	LEGI	A. Bontemps	81 877
FRT Prodig	Formation et impacts de gouttes	LEGI	A. Soucemarianadin	216 000

► TOTAL POUR LES 4 ANNEES

**690 151**

### 2. Plans Pluriformation

PPF	Titre	Partenaires	Responsable(s)	Montant € Total
Spectroscopie acoustique	Plateforme expérimentale de spectroscopie acoustique multi-échelles	LEGI, LPMMC, LGIT, LMC, LIS	Ch. Baudet (LEGI)	29 750 (x 4)
MICROTHERM	Echanges thermiques aux micro-échelles	LEG, CRTBT, Greth/CEA	Ph. Marty & A. Bontemps (LEGI)	29 750 (x 4)
DYSCO	Dynamiques des systèmes complexes	LSP, IFourier, Rhéologie, LEGI, LGGE, LMC, 3S, LGIT	C. Misbah (LSP)	18 800 (Part LEGI)

► TOTAL POUR LES 4 ANNEES

**256 800**

### 3. ANR

PROGRAMME ANR	TITRE	PARTENAIRES	DUREE	COORDINATEUR / PORTEUR LEGI	MONTANT TOTAL / PART LEGI €
ANR, programme non thématique	Dynamique et simulation de l'atomisation assistée	LMM, ONERA, IMFT, LEGI	3 ans	Coordinateur : S. Zaleski Porteur LEGI : A. Cartellier	420 000 / 108 000
ANR, programme non thématique	Topographie et ondes de gravité internes dans l'atmosphère et l'océan	LEGI, ENSL, IMFT	3 ans	Coordinatrice : C. Staquet	320 000 / 179 740
ANR, programme non thématique	TSF / Turbulence Superfluide Française	ENSL, CRTBT, CEA SBT, CEA SPEC, LEGI	3 ans	Coordinateur : B. Castaing Porteur LEGI : Y. Gagne	490 000 / 114 000

### 4. Autres programmes Nationaux (non exhaustif)

PROGRAMME	TITRE	DATE ET DUREE	PORTEUR LEGI	MONTANT €
LITEAU II Ministère de l'écologie et du développement durable	Les rechargements sédimentaires d'avant-côte: une méthode de lutte contre l'érosion côtière	2005-2008	Ph. Larroudé	18.000
PNEC (IFREMER)	Conditions de remaniements de sédiments naturels et flux d'érosion associés	07/2004 2 ans	D. Hurther	12.000
PATOM (INSU)	Hydrodynamique de la zone affectée par le déferlement	2005	H. Michallet	37.000 (4.000 LEGI)
PATOM (INSU)	Modélisation de courants de gravité sur le talus continental	2003-2004 2 ans	J. Sommeria	16.000
PATOM (INSU)	Réflexion d'ondes internes sur un fond marin incliné : étude de la turbulence et du mélange induit	2005	J. Sommeria	5.000 (13.500)
PATOM (INSU)	Modélisation numérique et paramétrisation de la marée interne	2005	C. Staquet	4.000

51

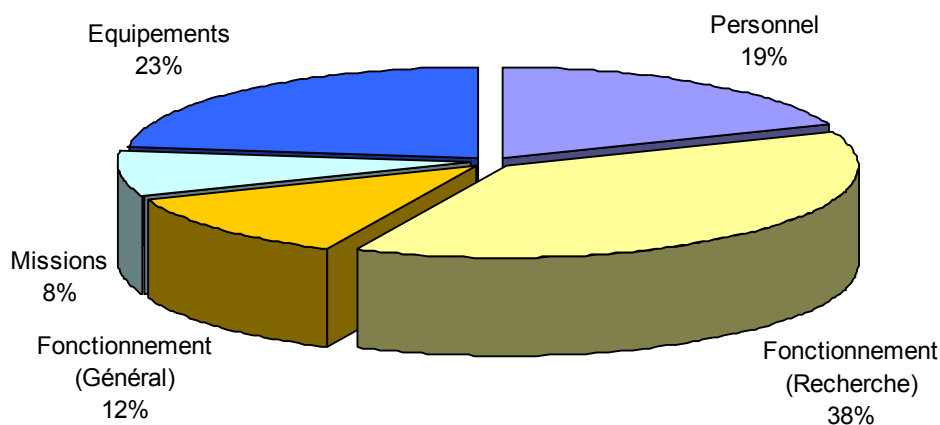
### 5. Crédits REGION 2002 – 2005

	NATURE	ETABL. GESTIONNAIRE	RESPONSABLE	MONTANT €
2002	"Microcaloducs"	INPG	M. Favre-Marinet	27.052
	"Sondes pariétales"	INPG	S. Tardu	44.888
	"Acoustique et vibrations »	UJF	C. Baudet	34.600
2003	POVA	UJF	JP Chollet	33.678
2004	"Micro-capteurs"	INPG	S Tardu	9.932
	"Hydroliennes"	INPG	T. Maitre	40.370
	FITT -Imagerie d'écoulements à surface libre	INPG	A Soucemarianadin	26.100
	"Microgouttes"	UJF	B. Lopez	43.300
2005	Fonds d'appui "Ascension Photonics"	INPG	A Cartellier (LEGI) P. Benech (IMEP) S. Gluck	30.000
	FITT - "Capteurs en optique intégrée appliqués à la mécanique des fluides"	INPG	A Cartellier (LEGI) P. Benech (IMEP) S. Gluck	20.000
	AVENIR – « Systèmes embarqués pour la micro-fluidique »	UJF	A Soucemarianadin	25.242

▶ TOTAL POUR LES 4 ANNEES	298 829
---------------------------	---------

## ► STRUCTURE DES DEPENSES 2001 – 2005

Sur l'ensemble des ressources gérées par le laboratoire, les dépenses se répartissent comme indiqué ci-dessous :



Une part significative des ressources est utilisée pour financer des chercheurs non permanents (post-doctorants essentiellement) ainsi que des personnels contractuels intervenants en soutien de la recherche.

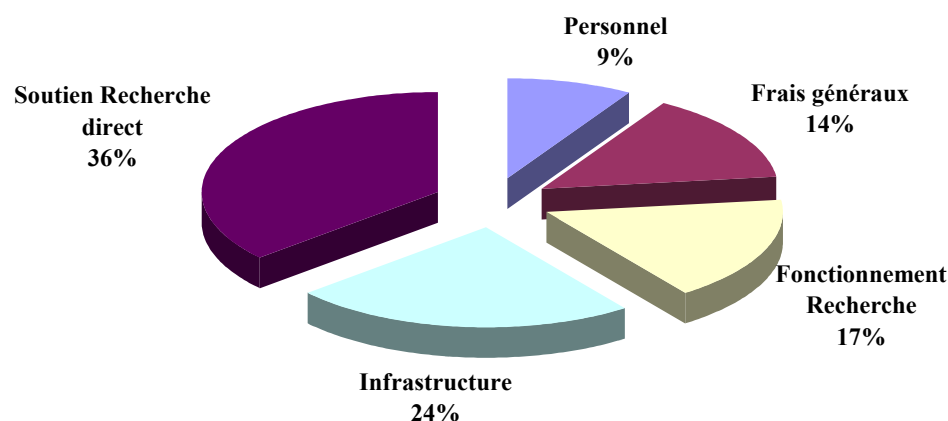
52

## ► MODALITES INTERNES DE GESTION

L'essentiel des ressources liées aux contrats est directement géré dans les équipes. La part prélevée (5% sur tous types de crédits depuis fin 2004) alimente pour environ 12 % le budget commun. Ce dernier est redistribué selon quatre modalités :

- la prise en charge de frais généraux (participation aux frais d'infrastructure, timbrage etc...)
- la prise en charge du soutien général au laboratoire (personnels contractuels, fonctionnement des services, hygiène et sécurité, formation...),
- le soutien « direct » à la recherche via trois mécanismes de redistribution aux chercheurs
  - par l'achat d'équipements communs
  - par le biais de l'Appel d'Offre interne,
  - en allouant un soutien de base aux équipes.

La répartition entre ces postes (budget 2005) indiquée ci-dessous, montre l'effort particulier consenti en direction du soutien direct à des opérations de recherche. Le poste personnel qui évolue typiquement entre 10 et 15%, concerne le soutien permanent au service administratif ainsi que le soutien aux équipes dans les domaines de la mécanique et de l'informatique notamment.



#### La question des frais d'infrastructure :

En complément de la dotation d'infrastructure ministérielle, le laboratoire contribue à la balance de ce poste de dépenses, poste qui est actuellement globalisé au niveau des surfaces rattachées à la composante ENSHMG de l'INPG. Les modalités de contribution des laboratoires ont été modifiées en 2002. Antérieurement liées à un prélèvement sur contrats, les contributions se font désormais sur la base d'un « coût réel », à l'aide d'une péréquation entre composante de formation et entités de recherche. Cette situation a entraîné un accroissement significatif de ce poste de dépense pour le LEGI, poste qui atteint désormais plus de 90 k€ en prenant en compte la participation au plan construction de l'INP :

Montants en kEuros	2003	2004	2005
Infrastructure subventions ministérielles	105,8	107,0	?
Infrastructure part LEGI	63,6	60,6	?
Plan construction de l'INPG	28,5	26,9	25,1
<b>Total</b>	<b>197,9</b>	<b>194,6</b>	-

La facture « infrastructure » actuelle est d'un montant équivalent à la totalité de la dotation de base reçue via l'INPG (ou la moitié pour les deux tutelles universitaires) : ce niveau est critique et ne peut être dépassé sous peine de mettre en péril l'activité du laboratoire. De plus, et malgré l'accroissement de ces charges, le budget infrastructure globalisé au niveau de la composante HMG ne permet pas de maintenir le patrimoine, ce qui constitue une très réelle difficulté à mettre en regard avec les problèmes d'hygiène et de sécurité des locaux occupés par le laboratoire.





## 1.4 MOYENS DU LABORATOIRE

Pour conduire ses recherches, le LEGI dispose d'importants moyens informatiques et expérimentaux qui sont utilisés à des fins d'études fondamentales ou de recherches appliquées.

Les moyens expérimentaux sont constitués de plusieurs installations de grande envergure qui constituent l'héritage naturel du laboratoire. Parallèlement à ces dispositifs permanents, le laboratoire dispose de nombreux montages de taille intermédiaire (plus d'une trentaine) qui nécessitent en permanence un renouvellement ou une adaptation à des conditions expérimentales nouvelles. L'évolutivité de ces installations, pour les maintenir à leur meilleur niveau de performance, est un souci du laboratoire qui ne peut trouver de réponse satisfaisante sans le maintien d'un personnel technique hautement qualifié. En instrumentation, le LEGI s'appuie à la fois sur des appareillages disponibles dans le commerce et sur des dispositifs sophistiqués développés en interne. Durant ces dernières années, plusieurs développements d'instrumentation ont été menés jusqu'au stade de la valorisation. Cette démarche traduit la vitalité des activités expérimentales et renforce le lien entre la recherche amont et les applications.

Par ailleurs, le LEGI développe une activité croissante dans le domaine de la modélisation numérique. Les outils de simulation utilisés font appel à des codes commerciaux ou communautaires, ainsi qu'à de nombreux développements menés au laboratoire ou en partenariat avec des équipes extérieures (e.g., LMC, INRIA). Les besoins en calcul numérique peuvent prendre des formes très diverses au sein du laboratoire, ce qui nécessite une hiérarchie de moyens adaptés qui allie des ressources propres, des outils de méso-informatique partagés entre plusieurs laboratoires (e.g. MIRAGE), et des ressources externes (IDRIS, CINES) pour la production de calcul intensif.

Les approches d'expérimentation associent de plus en plus souvent les concepts de métrologie, de modélisation physique, de traitement numérique de l'information et de visualisation. Le besoin de résolutions spatio-temporelle élevées génère des masses de données importantes dont il faut extraire l'information pertinente pour la caractérisation des écoulements. Ces systèmes sont alors intégrés sous la forme de chaînes complètes qui associent les différents types de fonctionnalités : acquisition, traitement des signaux, interprétation assistée par la modélisation, estimation de variables non-mesurées par assimilation de données. Cette évolution appelle un élargissement des compétences et une plus grande transversalité des approches méthodologiques du laboratoire.

Les installations du laboratoire sont, pour la plupart, le fruit d'un savoir-faire acquis depuis de nombreuses années et d'investissements importants souvent réalisés à l'initiative des équipes. La mutualisation des moyens entre les équipes du LEGI, mais également lorsque cela est possible, avec des services d'autres laboratoires grenoblois ou avec des chercheurs extérieurs, est une pratique qui se renforce et qui est encouragée. Cet effort de mutualisation se concrétise notamment au travers du pôle Envirohônalp, auquel le LEGI apporte sa contribution par le montage de plateaux technologiques partagées avec d'autres laboratoires de Rhône-Alpes.

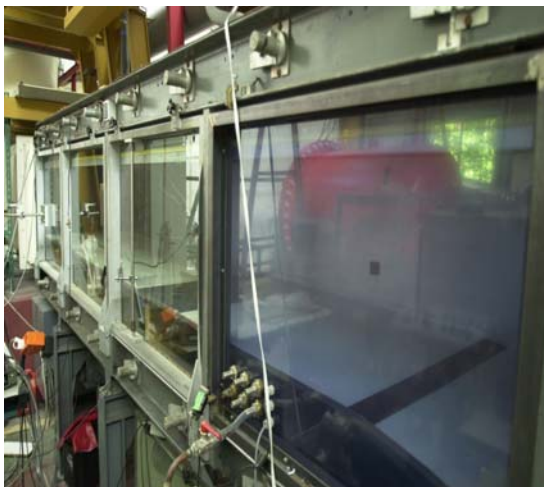
Parallèlement aux moyens propres, le LEGI exploite plusieurs ressources externes ou centres d'essais, comme le jet d'hélium du CERN, la soufflerie de Modane, le bassin à houle aléatoire tridimensionnelle et le canal en boucle pour transport sédimentaire (INPG-SOGREAH), les installations du CREMHyG etc. Certains chercheurs prennent une part active à des mesures de terrain (campagnes de mesure dans l'océan et le domaine littoral) ainsi qu'à la conception de missions spatiales d'observation (e.g. satellite AltiKA). Cette démarche est essentielle dans le domaine de la géophysique, lorsque les conditions expérimentales de laboratoire ne permettent pas de reproduire la complexité des écoulements naturels étudiés.

## 1.4.1 INSTALLATIONS EXPERIMENTALES ET MOYENS D'ESSAIS

Quelques-unes des installations expérimentales représentatives du potentiel commun du LEGI sont décrites ci-dessous ; d'autres montages plus directement liés à des activités de recherche spécifiques sont illustrés dans le rapport des équipes.

### ▶ LA SOUFFLERIE A BAS NIVEAU DE TURBULENCE

Le LEGI dispose d'une soufflerie à basse vitesse en boucle fermée dans un plan vertical. Son encombrement est de  $16 \times 5 \times 2.6 \text{ m}^3$ . Les débits sont réglables de 0 à  $34 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui correspond à une vitesse de 0 à 60 m/s dans la veine d'essai. La section d'essais carrée ( $0.75 \times 0.75 \text{ m}^2$ ) s'étend sur 4 m. Une plaque large de 0.65 m et longue de 3.1 m est placée dans la veine d'essais afin de réaliser des études sur les couches limites. Les parois horizontales sont réglées en fonction de la plaque pour assurer une pression uniforme le long de l'écoulement. La stabilité de l'écoulement est assurée à 0.2% près. Une chambre de tranquillisation équipée de grilles fines, suivie d'un convergent permet de réduire l'intensité turbulente résiduelle à un niveau très bas ( $<0.1\%$ ).



56

La soufflerie, construite à l'origine pour faire des recherches sur la transition laminaire-turbulent, est utilisée par plusieurs équipes pour diverses études, dont :

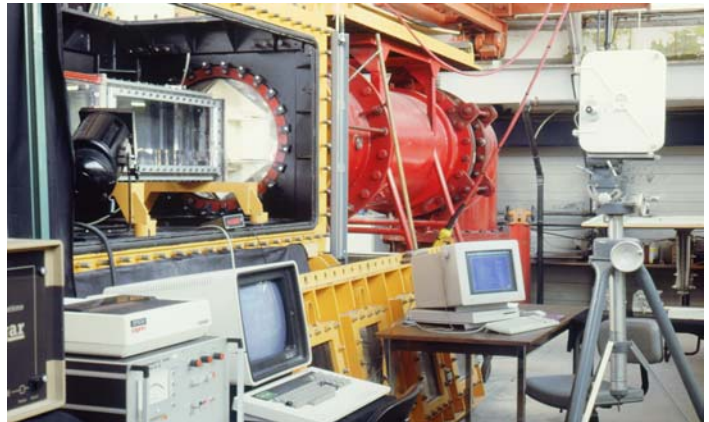
- le contrôle de la turbulence pariétale par un jet en soufflage permanent ou périodique ;
- la diffusion d'un scalaire passif en turbulence de grille ;
- la mesure de vorticité en turbulence développée dans le contexte de l'autosimilarité incomplète.

En 1997, la commande de la soufflerie a été modernisée. Par ailleurs, pour réaliser des mesures acoustiques de vorticité spectrale et de vitesse Lagrangienne, les parois ont été habillées en 2005 de matériaux isolants permettant de limiter le taux de réverbération acoustique. Un système d'injection de bulles iso-densité a également été mis en place pour les mesures de vitesse Lagrangienne. Une opération de remise en état est à présent nécessaire sur l'électronique de puissance (devis estimatif : 70 k€).

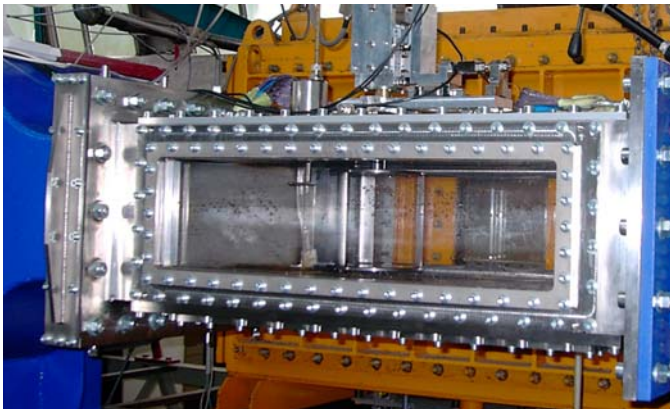


## ▶ LE TUNNEL HYDRODYNAMIQUE

Avec une puissance installée de 165 kW et un débit maximal de 0,65 m<sup>3</sup>/s, le Tunnel Hydrodynamique du LEGI est un moyen d'essais particulièrement bien adapté aux recherches à caractère fondamental sur la cavitation. Son taux de turbulence très faible (< 0.15 %), ses capacités d'injection de grandes quantités d'air sans recirculation (jusqu'à 5,5 g/s), son système de contrôle de la qualité de l'eau, ses cuves aval... en font un moyen d'essais exceptionnel pour l'étude des écoulements cavitants et ventilés, qu'ils soient permanents ou instationnaires.



*La première veine d'essais du tunnel hydrodynamique du LEGI*



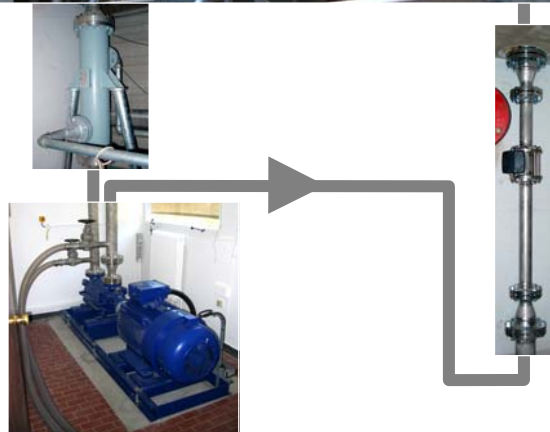
*Le nouveau banc d'essais d'hydroliennes du projet HARVEST*

Depuis sa mise en service en 1967, le Tunnel Hydrodynamique du LEGI a subi plusieurs évolutions technologiques majeures. En 2004, des aménagements importants ont été réalisés sur la deuxième veine en vue d'accueillir le banc d'essais d'hydroliennes pour le projet HARVEST.

57

## ▶ LA BOUCLE PREVERO

Construite en 2003, la boucle PREVERO du LEGI est équipée d'une pompe centrifuge d'une puissance de 80 kW pouvant fournir une surpression de 40 bars et un débit maximal de 11 l/s, d'un échangeur thermique de 80 kW et de divers organes annexes (débitmètre, cuve aval...). Bien que spécialement conçue pour la recherche dans le domaine de l'érosion de cavitation, ses caractéristiques générales en font un moyen adapté à de nombreux types d'essais hydrauliques.



## ▶ LA GRANDE PLAQUE TOURNANTE CORIOLIS

Construite en 1960, la plate-forme tournante servit notamment à l'étude de l'impact de l'usine marémotrice des Iles Chausey, à partir d'un modèle réduit de la Manche au 1/50.000<sup>ème</sup>. Rénovée en 1987, elle supporte actuellement un bassin cylindrique de 13 m de diamètre et de 1,2 m de hauteur. Des cuves annexes de grande capacité permettent de réaliser, par salinité, des stratifications en densité multi-couches ou continues.

En 2002-2003, l'installation a été à nouveau rénovée par la construction d'un local de stockage et par la mise en place d'un grand portique support d'instrumentation. Ceci libère toute la surface de la cuve, permet de rationaliser l'utilisation des caméras, d'améliorer la protection contre les parasites électriques et de munir, dans un proche avenir, l'installation d'un rideau périphérique protégeant du vent de rotation.

Le matériel de mesure comporte des vélocimètres à ultra-sons, des profileurs de salinité et température. Les mesures sont de plus en plus axées sur le traitement numérique d'images. Les champs de concentration sont ainsi obtenus par fluorescence laser (LIF), et les champs de vitesse par corrélation d'images (CIV). Ces techniques permettent des mesures tridimensionnelles en volume par un système de balayage de plan laser.

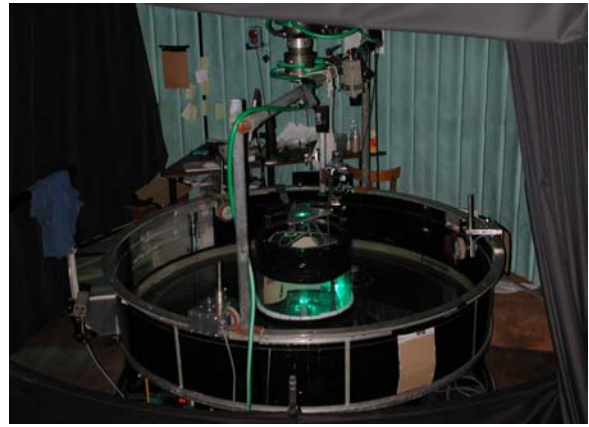


Par ses dimensions et périodes de rotation, la plaque tournante permet d'atteindre une gamme de nombres de Reynolds et de Rossby sans équivalent dans le monde. Ces régimes caractérisent notamment les courants océaniques à moyenne échelle. Les ondes internes, la convection, les courants de gravité, les couches limites, les effets de topographie, la turbulence géostrophique et la formation de tourbillons organisés y sont étudiés.

Les expériences réalisées par l'équipe Coriolis sont actuellement orientées vers des tests quantitatifs des modèles de dynamique océanique et de leur paramétrisation. La plaque tournante engendre par ailleurs une collaboration très fructueuse entre les pays de la CE dans le cadre d'un contrat d'Accès aux Grandes Infrastructures Européennes, reconduit pour 2006-2009. Ce contrat associe les grandes installations hydrauliques européennes en un projet intégré, la participation Française étant constituée de la plateforme Coriolis et du grand canal stratifié de Météo-France à Toulouse.

Par ailleurs, une seconde cuve tournante de 2 m de diamètre extérieur (50 cm de diamètre intérieur) permet de réaliser des expériences ne nécessitant pas de très grandes dimensions.

Equipé de caméras et d'une instrumentation laser pour le suivi des écoulements par imagerie de particules, ce dispositif est particulièrement bien adapté à l'étude de la dynamique des fronts intenses et de la formation des cyclones dans l'atmosphère et dans l'océan. Par comparaison à d'autres études antérieures sur les fronts qui avaient été réalisés dans des configurations de plus petite dimension (30 cm de diamètre), ce dispositif permet l'étude de processus à petite échelle comme le développement d'instabilités secondaires ainsi que le mélange trans-frontal.



### ▶ LE CANAL A HOULE

Le canal à houle du LEGI est un canal en verre de 36m de long de 2m de profondeur et de 0.5m de largeur. Il est équipé d'un batteur piston déplacé par un vérin hydraulique permettant d'engendrer aussi bien des ondes monochromatiques qu'irrégulières. Cette installation est utilisée pour toutes les études sur la morphologie des plages de sédiments sableux et l'hydrodynamique (courants moyens et turbulence) de la zone affectée par le déferlement bathymétrique. Ces dernières sont partie intégrante d'un projet PATOM. Le système de génération a été réhabilité en 2005 avec des crédits du laboratoire (2.8 Keuros).



59

## 1.4.2 DISPOSITIFS D'INSTRUMENTATION

De nombreux développements spécifiques sont conduits au laboratoire dans le domaine de l'instrumentation. Les techniques de mesure utilisées permettent de caractériser de nombreuses propriétés des écoulements :

- techniques acoustiques : anémométrie lagrangienne, caractérisation de la vorticité, mesures de la vitesse et de la concentration sédimentaire ;
- techniques optiques : vélocimétrie 2D et 3D par imagerie de particules (PIV) ou corrélation d'images (CIV) ; vélocimétrie laser à effet Doppler ; mesure de densité par fluorescence induite par laser (LIF) ; anémométrie à phase Doppler ; acquisition d'images par caméra rapide ;
- mini et micro-capteurs : mesure de la vitesse et du frottement pariétal, détection de molécules biologiques, microscopie à angle de Brewster.

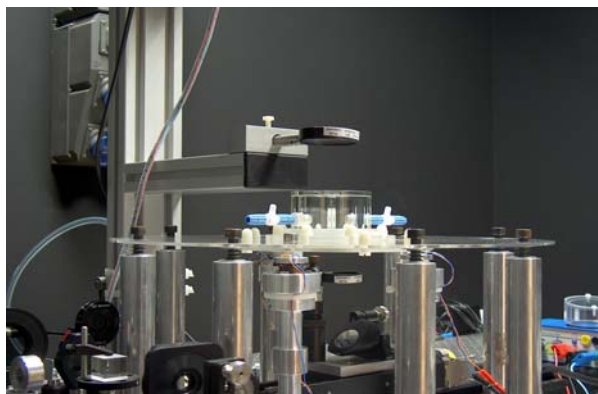
Concernant l'acquisition et le traitement de signaux, plusieurs chaînes de mesure intégrées sont opérationnelles et ont fait l'objet de développements récents :

- un système d'instrumentation par voie acoustique pour la mesure directe de vorticité et le suivi lagrangien de particules dans les écoulements turbulents ;

- une chaîne d'acquisition et de traitement dédiée à l'étude des écoulements diphasiques au moyen de sondes optiques à détection de phase ;
- un système de vélocimétrie basé sur la PIV et la CIV et complété récemment par un outil d'assimilation de données pour l'estimation de variables non-mesurées (e.g. déplacement interfacial, anomalies de vorticité potentielle, ...).

### ▶ PLATE-FORME EXPERIMENTALE POUR LA MICROFLUIDIQUE

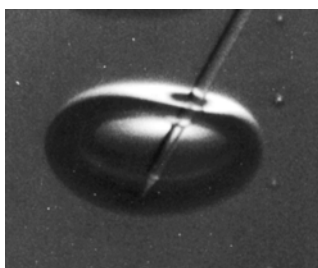
Dans le domaine de la microfluidique, un dispositif original a été développé au LEGI afin d'étudier un nouveau moyen de détection de molécules biologiques, fondé sur la dépendance des paramètres rhéologiques d'une interface fluide à l'adsorption de telles molécules.



Ce dispositif expérimental permet de déterminer les paramètres rhéologiques d'une interface eau-air contaminée par des molécules biologiques contenues dans une cellule de mesure en verre. Cette cellule est agitée verticalement grâce à un système électrodynamique, afin d'engendrer à l'interface un réseau d'ondes capillaires cylindriques de quelques  $\mu\text{m}$  d'amplitude dont la géométrie précise est identifiée par mesures optiques. Les grandeurs d'intérêt ainsi obtenues (nombre d'onde et fréquence d'agitation), sont utilisées conjointement à une relation de dispersion afin d'identifier la rhéologie dilatationnelle de l'interface.

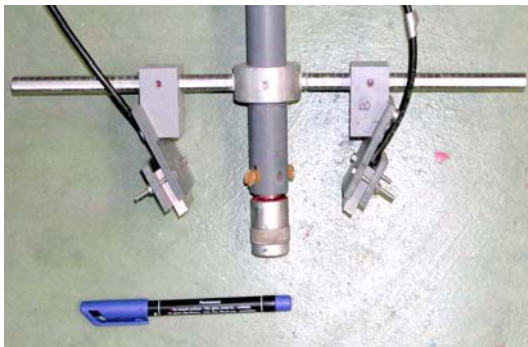
### ▶ MICRO-SONDES OPTIQUES A DETECTION DE PHASE

Une chaîne de mesure complète pour l'étude des écoulements diphasiques gaz-liquide en phase dispersée a été développée au LEGI. Cette chaîne comprend un capteur basé sur une technologie à fibre optique et une chaîne d'acquisition et de traitement en temps réel. Si les fibres optiques sont couramment utilisées dans l'industrie pour des mesures en écoulement diphasique, les sondes développées au LEGI ont des particularités propres qui en font un outil de mesure particulièrement bien adapté aux besoins de la recherche. Les sondes classiques ne permettent en effet d'accéder qu'au taux de présence du gaz. La quantification des flux nécessite de multiplier les sondes ou d'utiliser des techniques de mesures alternatives. Les sondes développées au LEGI sont adaptées à la détection de bulles ou de gouttes, et permettent la mesure simultanée des taux de vide et des vitesses. Leur fabrication suit un protocole breveté et la validité des mesures effectuées a fait l'objet de nombreuses publications.



## ▶ MESURE DE FLUX D'ÉROSION PAR RETRO-DIFFUSION ULTRASONORE PULSEE

L'étude expérimentale des processus hydro-sédimentaires à l'échelle de la turbulence est essentielle dans l'amélioration des prédictions du transport solide en zones côtière et continentale. La progression de cet axe de recherche est limitée par un manque d'outils de diagnostics capables de mesurer simultanément le champ de vitesse et de concentration sédimentaire avec des résolutions spatio-temporelles suffisantes pour établir des bilans précis de quantités turbulentes. Cette tâche est particulièrement difficile dans la zone pariétale d'une mixture en présence d'un fond naturel érodible car très intense en termes de transport par charriage et / ou en suspension. Dans le but de mieux comprendre les mécanismes d'entraînement des sédiments à l'interface lit / écoulement, nous développons des profileurs acoustiques de flux de particules adaptés aux mesures en laboratoire (canaux à houle et/ ou courant) et en milieu naturel (estuaire, zones de surf et de jet de rive), et qui permettent de résoudre les échelles inertielles de la turbulence.



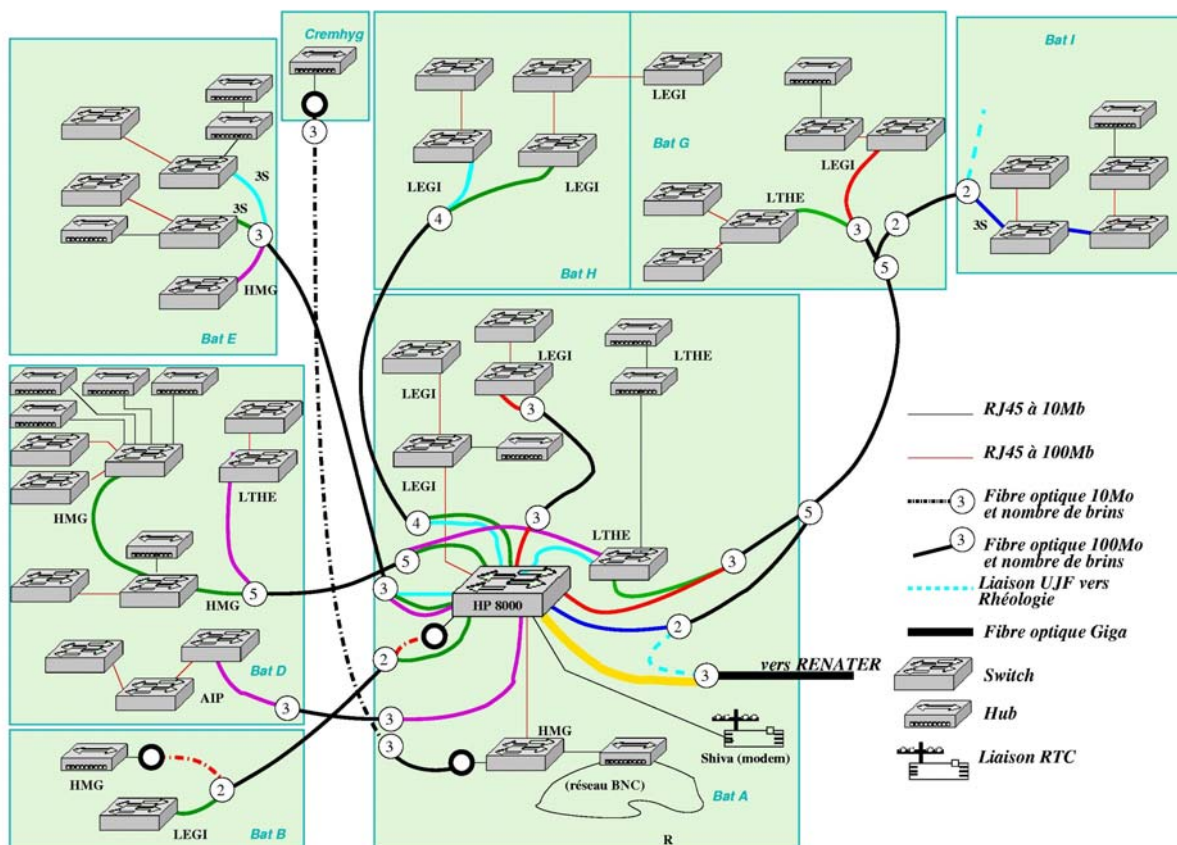
A gauche : sondes piézo-électriques du Profileur Acoustique de flux de particules. A droite : mouillage de l'instrument sur une structure benthique dans l'estuaire de la Gironde (campagne INSU-CNRS, flottille côtière).

61

### 1.4.3 MOYENS DE CALCULS

Le LEGI s'est doté d'un service informatique qui assure le soutien au calcul numérique ainsi que l'administration du réseau et du parc de machines. Ce parc est important (plus de 100 machines) et à vocations variées (calcul, contrôle d'expériences, acquisition de données, serveurs...). Sa gestion, complexe, a été gravement mise en difficulté par les départs en décembre 2003 des personnels permanents attachés à ce service (IR-CNRS et T-UJF). La constitution d'une commission informatique a permis d'assurer la continuité de service, notamment par le recrutement de vacataires. Le recrutement d'un AI-INPG et la mutation d'un IR-CNRS (prises de fonction en décembre 2005 et janvier 2006 respectivement) vont permettre de stabiliser la gestion du parc et de développer le soutien au calcul numérique. Parallèlement, deux équipes au LEGI (MOST et MEOM) disposent de ressources humaines et informatiques dédiées.

Le réseau du LEGI est situé au sein du réseau de l'ENSHMG et des laboratoires associés (voir schéma). Dans un cadre plus large, la constitution du pôle GEMME regroupant 3 écoles et 8 laboratoires permet de veiller à l'évolution du système d'informations. En effet, à travers le Projet Informatique Nouvelle Génération (PING) de l'INPG, une réflexion est menée pour envisager la mutualisation de compétences et de services (partage de salles de serveurs sécurisées, câblage, supervision, etc...).



Positionnement du réseau du LEGI dans le réseau informatique de l'ENSHMG

## ► SERVICE INFORMATIQUE DU LEGI

Malgré les difficultés évoquées ci-dessus, des améliorations importantes ont été apportées ces deux dernières années.

■ Le réseau local a été amélioré par l'instauration d'un VLAN et le passage complet en 100MB switchés pour permettre une sécurité et une performance accrues. Le passage au Gigabit est actuellement à l'étude.

- De nombreux services ont été améliorés :
  - mise en place d'un annuaire global LDAP pour simplifier et homogénéiser l'administration des utilisateurs, des machines et des services ;
  - surveillance des services et de l'utilisation des ressources ;
  - système de sauvegardes automatiques ;
  - messagerie avec accès distants, gestionnaire de listes de diffusion, calendrier partagé ;
  - serveur anonyme de transferts de fichiers ;
  - authentification, antivirus ;
  - serveurs de fichiers et d'impression ;
  - mise à disposition de licences flottantes (logiciels Matlab, Fluent, Labview, Tecplot).

Les évolutions actuellement à l'étude sont les suivantes :

- améliorer la visibilité et la remontée d'erreurs de l'ensemble des services sur le réseau afin de prévenir les problèmes potentiels ;
- augmenter la redondance matérielle et logicielle pour prévenir l'indisponibilité des services cruciaux ;
- mise en place d'une solution automatisée pour le déploiement des postes clients et d'un système d'inventaire automatique ;

- mise en place d'une solution de VPN pour la gestion des poste nomades et faciliter la connexion des équipes qui ne sont pas sur le site HMG (équipes Coriolis et Greth-CEA) ;
- augmenter les capacités de stockage centralisé (actuellement 4 To en système RAID5).

■ Pour ce qui est de la puissance de calcul, le LEGI (hors équipes MOST et MEOM) dispose actuellement d'un IBM-RS6000-44P/270 (bi-processeur avec 2Go de mémoire), d'un IBM-P630 (quadri-processeur 8 Go) et de plusieurs PC de type bi-processeur (dont deux bi-proXeon 2.4 GHz 1 Go en parallèle, un bi-opteron, etc.). Ces investissements ont été essentiellement réalisés via les contrats de différentes équipes.

En sus, environ 50000 heures de calcul ont été obtenues sur les supercalculateurs de l'IDRIS. Les besoins en puissance de calcul sont en nette croissance depuis quelques années. En 2006, les moyens humains (recrutement d'un IR en particulier) vont permettre de mieux évaluer ces besoins. Le laboratoire envisage ainsi de se doter à l'horizon 2007 de moyens de calcul conséquents (cluster ou machines multi-processeurs) mutualisés, moyens intermédiaires entre PC et supercalculateurs nationaux. Le budget prévisionnel serait d'environ 150 à 200 k€ pour la mise de fonds initiale et de 100 k€ pour le maintien à niveau du matériel sur la période 2008-2010.

### ▶ LA SOUFFLERIE NUMERIQUE DE L'EQUIPE MOST

La Soufflerie numérique est constituée d'un parc de stations de travail et de serveurs interconnectés par un réseau rapide commuté à 100 mégabits par seconde. Elle offre une puissance globale d'un peu plus de 75Gflops (ou 31000 specfp2000) et une capacité de stockage net, après déduction des systèmes de redondance pour sécuriser les données, de près de 7,5 téraoctets. Elle se compose de:

Quatre serveurs de calcul:

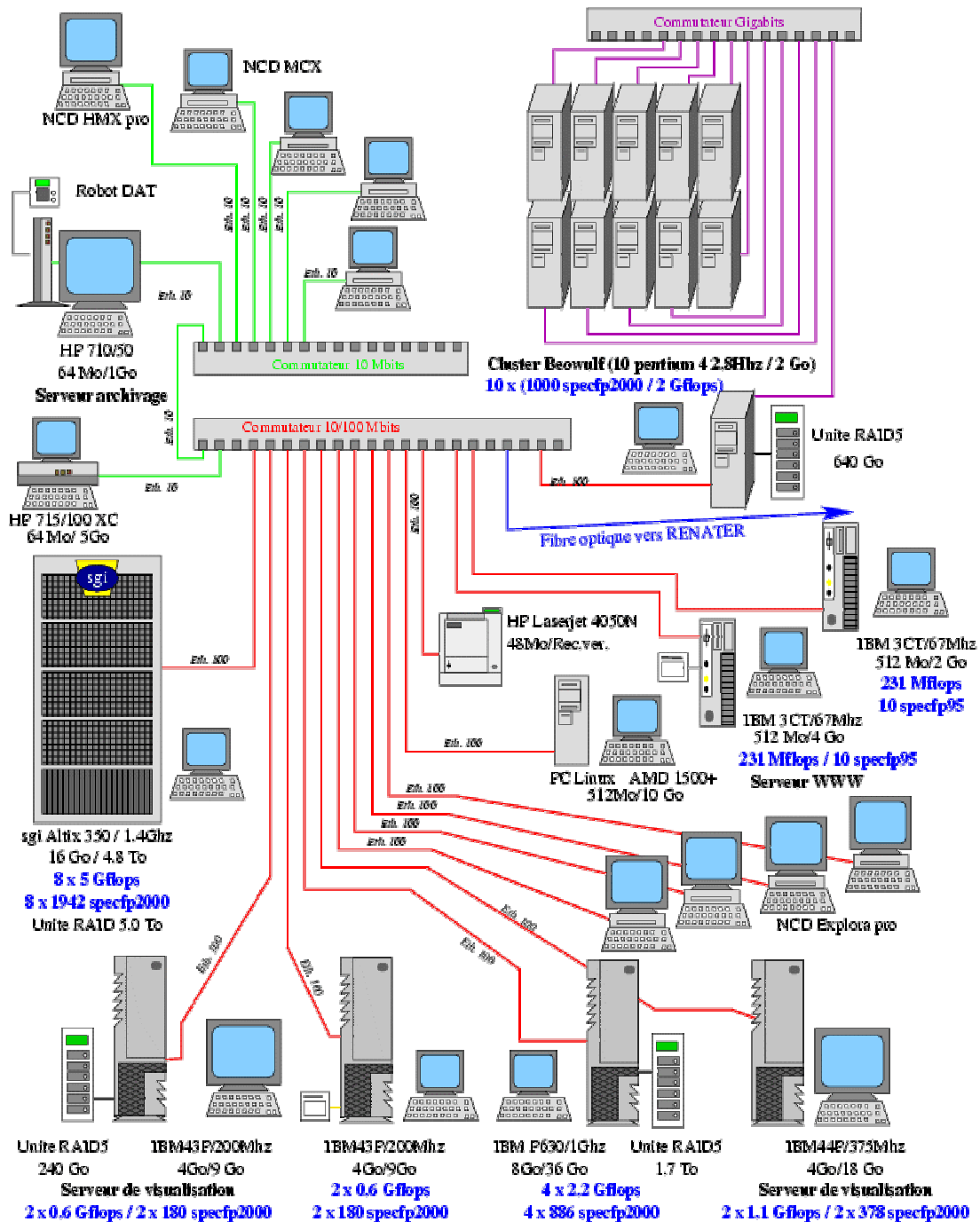
- 1 IBM RS6000 P630 quadriprocesseur Power 4 à 1 Ghz avec 8 Go de mémoire.
- 1 IBM RS6000 43P 260 bi-processeur power3 à 200 Mhz avec 4 Go de mémoire.
- 1 SGI altix octoprocesseur Itanium2 à 1.4Ghz avec 16 Go de mémoire
- 1 cluster BEOWULF constitué de:
  - 10 noeuds de calcul (processeur Intel pentiumIV 2.8 Ghz, 2 Go de mémoire)
  - 1 frontale, basée sur la même architecture, qui assure la gestion du cluster et le stockage des données (520 Go d'espace disque net pour les utilisateurs, géré en RAID5)
  - une inter-connection des noeuds de calcul par un réseau ethernet commuté à 1Gbits/s en full duplex.
  - un système Unix spécialisé par nos soins à partir de la distribution Linux RedHat et de logiciels en Open-Source (Open PBS, PVM, MPI-CH...etc)

Deux serveurs de visualisation:

- 1 IBM 44P 270 bi-processeur power3 à 375 Mhz avec 4 Go de mémoire et un processeur graphique GXT6000.
- 1 IBM 43P 260 bi-processeur power3 à 200 Mhz avec 3 Go de mémoire et un processeur graphique GXT3000.

Un parc de stations dédiées à la mise au point et au développement des codes : 2 IBM RS6000 3CT/512 Mo, un IBM RS6000 397/512 Mo, et plusieurs stations linux 32bits.

Le cluster BEOWULF, installé en 2002 puis amélioré en 2004, a permis de pérenniser et dynamiser l'activité calcul distribué de l'équipe MOST. Il permet aussi bien de faciliter la mise au point et le développement de nouveaux codes de simulation parallèles et massivement parallèles que d'exécuter localement des calculs à méso-résolution. Le serveur Altix le complète en prenant en charge certains calculs monoprocesseur mais surtout des calculs parallèles avec une programmation OMP. Le calcul parallèle reste la seule solution pour aborder les très gros problèmes de la mécanique des fluides numérique avec un coût raisonnable.



Organisation de la soufflerie numérique

La soufflerie numérique s'impose comme une ressource très complémentaire des moyens de calcul utilisés à l'IDRIS pour les simulations à haute résolution. En 2005, L'équipe MOST a



bénéficié d'un soutien de près de 3000 heures de calcul vectoriel et de 30000 heures de calcul parallèle sur les supercalculateurs de l'IDRIS.

Projet en cours concernant la soufflerie numérique :

Un système de haute disponibilité pour les données critiques et les services critiques est en cours d'étude afin de garantir une disponibilité d'au moins 99,99% (moins de 1h d'indisponibilité par an, hors arrêts planifiés de certains serveurs) de la soufflerie numérique. Il devrait être opérationnel fin 2005.

Projets à court et moyen terme concernant la soufflerie numérique :

- Améliorer la connectivité des serveurs avec un réseau gigabit.
- Maintenir un rapport de performance constant avec les ressources nationales (IDRIS) afin d'assurer localement les simulations à méso-résolution et de post-traiter et exploiter facilement les résultats à haute résolution obtenus sur les super-calculateurs du CNRS.

► **LES EQUIPEMENTS INFORMATIQUES DE L'EQUIPE MEOM**

Les moyens informatiques de l'équipe MEOM sont en adéquation avec sa stratégie de calcul : Les simulations sont principalement effectuées sur les calculateurs vectoriels et/ou scalaires du centre IDRIS, auxquels nous accédons par le réseau RENATER. Les attributions d'heures obtenues pour les différents projets de l'équipe au cours des 4 dernières années sont :

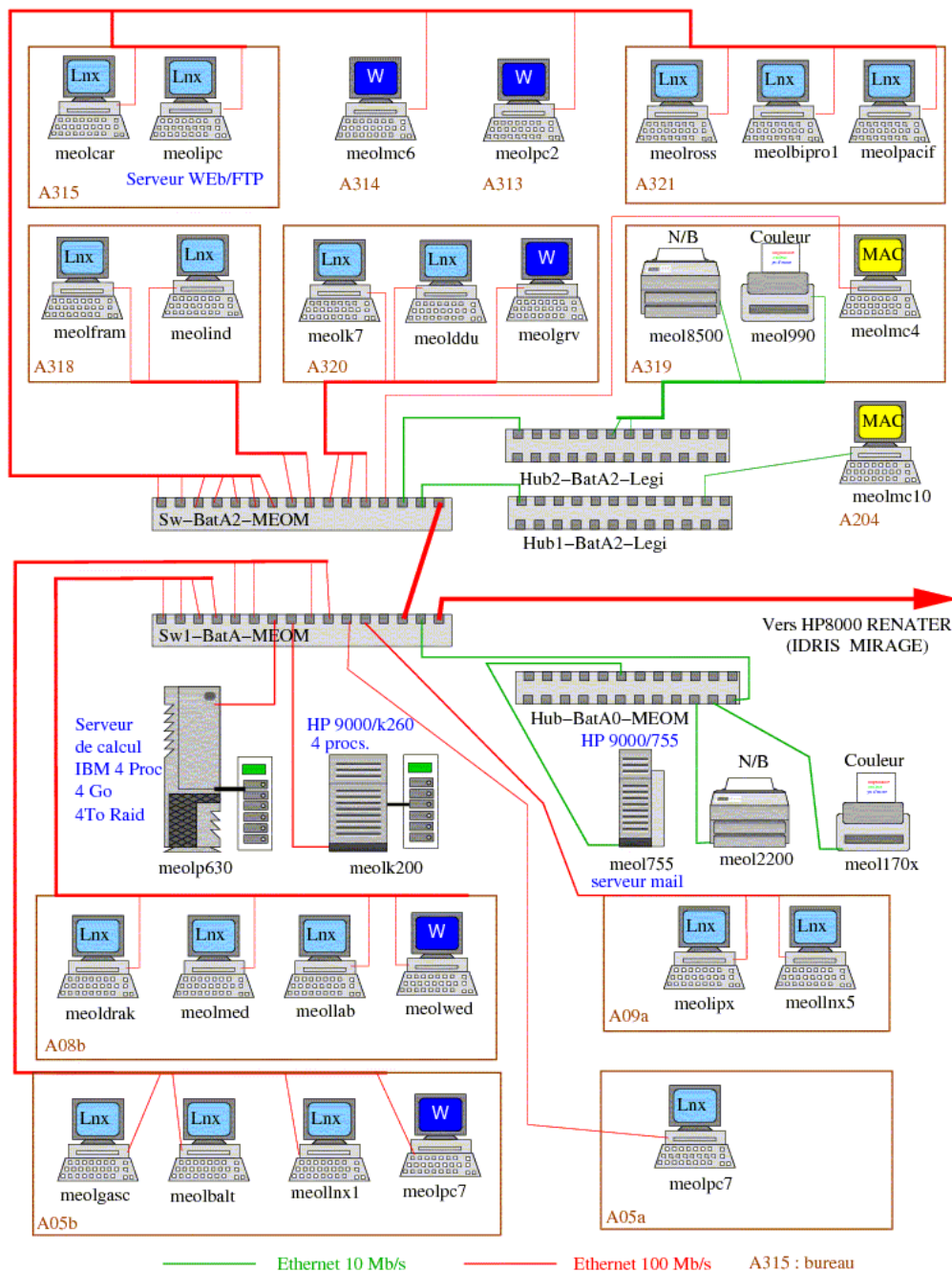
CALCULATEUR	2002	2003	2004	2005
Vectoriel	4834	4921	5900	5526
Scalaire MPP T3E	389294	128467		
MPP IBM SP3	10000			
MPP IBM SP4	10000	170000	243000	367000

Les résultats des simulations sont archivées sur la machine fichier du centre IDRIS ; pour l'ensemble des projets de l'équipe, la place attribuée sur cette machine s'élève à 71 Tera-octets.

De plus, en 2005, nous avons répondu à l'appel d'offre DECI (Deisa Extreme Computing Initiative) avec un projet chiffré à 672 000 h SP4.

Localement, l'équipe MEOM dispose de moyens informatiques permettant les pré- et post-traitements des simulations ainsi que la mise au point de configurations légères pour l'étude de processus. Le parc informatique de l'équipe se compose actuellement des éléments suivants, reliés entre eux par un réseau 100 mégabits par seconde, et regroupés derrière des commutateurs dédiés MEOM (voir schéma) :

- 1 serveur de calcul IBM RS6000 P630 quadriprocesseur Power 4 à 1 Ghz avec 4 Go de mémoire, associé à une baie de stockage RAID de 4 To. Cette machine est totalement compatible avec l'environnement de développement de la machine ZAHIR de l'IDRIS.
- 18 stations de travail de type PC sous Linux, utilisées par le personnel comme poste de travail et pour des travaux de visualisation. L'espace disque total, réparti entre ces machines est de l'ordre de 2 To.
- 7 machines de type PC Windows et MacIntosh, dont 3 sont en libre-service pour la bureautique.
- 3 stations HP 9000, maintenant obsolètes et en cours de démantèlement (fin 2005).



L'équipe MEOM est également partenaire du projet MIRAGE (Mésos Informatique Répartie pour des Applications en Géophysique et Environnement) et accède à ce titre aux ressources informatiques de MIRAGE, partagées avec l'équipe THEO du LEGI et les laboratoires grenoblois LMC, LTHE, LGGE:

- 2 SGI Altix 16 processeurs Itanium2 à 1.4Ghz avec 32 Go de mémoire chacun,
- 1 HP/Compaq ES45 4 processeurs EV67 à 1.2 Ghz, 4 Go de mémoire.
- 7 HP/Compaq DS20 2 processeurs, EV6 à 500 Mhz, 2 Go de mémoire.
- Ces ressources sont reliées entre elles par un réseau Gigabit. L'espace de stockage de MIRAGE est d'environ 3 To.

#### Evolution du parc informatique :

- Renouvellement des stations linux les plus âgées (à raison de 3-4 par an).
- Augmentation des moyens de stockage propre à l'équipe, afin de pouvoir pleinement utiliser les ressources de calcul disponibles sur MIRAGE.

### 1.5.1 PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE

Les équipes constituent les unités opérationnelles du laboratoire, et à ce titre, elles sont les premières contributrices à la prospective, comme le montrent leurs rapports respectifs (Section 2). Une analyse prospective est aussi requise au niveau du laboratoire car, si le dynamisme du LEGI doit beaucoup à l'autonomie de ses équipes, il est essentiel d'identifier les principales lignes de force et de favoriser les collaborations internes afin de coordonner les développements scientifiques. Dans ce contexte, sont aussi prises en compte les analyses émanant de nos tutelles locales et nationales ainsi que les orientations de la Communauté Européenne.

Lors de la préparation du quadriennal 2007-2010, la réflexion prospective a été engagée avec pour objectif premier d'analyser les forces et faiblesses du LEGI afin i) d'identifier les synergies à développer entre thèmes et/ou équipes, ii) d'identifier les axes nouveaux ou insuffisamment développés requis pour répondre aux enjeux actuels et anticiper sur ceux de demain. Les recrutements futurs devront donc à la fois tenir compte des points forts du LEGI afin de maintenir un haut niveau scientifique sur nos spécificités, mais aussi combler certaines carences du laboratoire.

En pratique, les travaux de prospective ont été conduits autour de cinq thèmes scientifiques :

- Changements de phase et transferts d'énergie
- Modélisation et simulation numérique des écoulements industriels complexes
- Systèmes naturels : processus et simulations
- Micro-systèmes, interfaces, mouillage
- Ecoulements multiphasiques, dispersion, mélange.

recouvrant les grandes directions thématiques du laboratoire (cf. section 1.2). Chaque thème a été placé sous la responsabilité d'un groupe de trois porteurs piloté par un ou plusieurs membres du Conseil de Prospective. Ces porteurs ont mis à contribution les membres du laboratoire, et les avancées de leurs travaux ont fait l'objet de diverses réunions. Les conclusions ont été présentées et débattues en Assemblée Générale.

#### ► SYNERGIES ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Les principales conclusions sont présentées ci-après par thème, ce qui implique inévitablement quelques redondances. Plutôt que de balayer l'intégralité des domaines d'activités du laboratoire présentés en section 1.2, l'accent a été mis volontairement sur les enjeux et les besoins scientifiques en émergence.

#### CHANGEMENTS DE PHASE ET TRANSFERTS D'ENERGIE

Par ses compétences et par ses relations industrielles, le LEGI est bien positionné sur ce thème. Outre ses atouts propres, le laboratoire travaille en étroite liaison avec le CREMHyG et le GRETh et a ainsi accès à des moyens expérimentaux de premier ordre. Les perspectives de déploiement de ce thème concernent :

- l'analyse de transferts de chaleur en présence de condensation et/ou ébullition en géométries compactes (dont mini- et micro-canaux) et complexes (souvent spécifiques), exploitant éventuellement des fluides de substitution (fluides cryogéniques notamment). Les domaines applicatifs principaux concernent les piles à combustible, le refroidissement de composants électroniques, les générateurs spatiaux... Se rattachent aussi à ce thème les problèmes de comportement de réservoirs de liquides cryogéniques, en présence ou

non d'incondensables, avec pour domaines d'applications la gestion des ergols pour les lanceurs ainsi que le transport terrestre ou maritime de combustibles liquides.

- l'optimisation des échanges thermiques par le développement de techniques de contrôle actives ou passives, s'appuyant sur les compétences du laboratoire dans le domaine de la turbulence pariétale.
- l'analyse des phénomènes de cavitation, avec pour enjeux principaux la compréhension des effets thermiques en cavitation et l'affinement des simulations de machines tournantes cavitantes. Les domaines applicatifs principaux concernent l'hydraulique ainsi que les lanceurs.
- l'énergétique du bâtiment, avec des pistes prometteuses sur les matériaux à changement de phase ainsi que sur l'intégration de systèmes énergétiques au sein de l'enveloppe. Sur ce point, le LEGI, qui participe à plusieurs actions en cours (expérimentation grande échelle au CSTB par exemple), doit se positionner par ses apports en modélisation.

Les points à renforcer concernent :

- ⇒ La nécessité d'accompagner les études expérimentales menées sur les transferts thermiques par des modélisations et simulations appropriées
  - En écoulement monophasique, le besoin apparaît en termes de simulations directes des transferts thermiques en parois, avec prise en compte de structurations (rugosités) et géométries spécifiques.
  - En présence de changement de phase, un premier axe de développement consiste à mettre en œuvre des simulations à base de techniques de suivi d'interface avec transfert de masse. Parallèlement, il s'agit de développer des fermetures ad hoc pour des écoulements déstructurés.
- ⇒ Sur le plan numérique, une meilleure prise en compte des effets de compressibilité est requise afin d'améliorer le comportement des codes (turbomachines cavitantes notamment).

68

## MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUE D'ÉCOULEMENTS INDUSTRIELS COMPLEXES

Le développement de simulations proches de situations industrielles nécessite de prendre en compte des complexités de nature géométrique (écoulements tridimensionnels) aussi bien que physique, avec le traitement d'écoulements instationnaires, à fort nombre de Reynolds, incluant des effets de compressibilité, etc... Les enjeux portent sur :

- le développement de modélisations encore plus performantes en termes de modèle sous-maille et de paramétrisation de lois de parois ou au voisinage d'interfaces,
- le développement de l'expérimentation numérique, autorisant l'analyse fine d'écoulements, l'exploration de scénarii de contrôle réalistes, ou encore l'optimisation dans le domaine de la conception de systèmes industriels (interactions fluide-structure notamment).

De tels développements nécessitent de poursuivre l'élaboration de codes en interne (en renforçant nos collaborations avec les mathématiciens appliqués) afin de maîtriser complètement les outils et donc de garantir la fiabilité et la qualité des résultats. Le LEGI est bien positionné sur ces aspects. Toutefois, la valorisation de ces travaux ne peut être assurée sur les seules ressources du laboratoire, et passe donc préférentiellement par des transferts vers des codes supportés par des industriels et/ou des organismes nationaux.

Les points à renforcer concernent :

- ⇒ Le développement de codes mixtes associant la finesse de la Simulation des Grandes Échelles à la performance numérique des simulations de type « URANS »,
- ⇒ Le déploiement de la Simulation des Grandes Echelles vers des situations de plus en plus complexes, avec une première étape vers la prise en compte de gradients de densité (par exemple, pour la cavitation simulée au moyen d'une loi barotrope), puis vers la prise en compte d'aspects diphasiques, en présence d'interfaces localisées ou non (écoulements particuliers).

⇒ L'exploitation parallèle d'expérimentations physique et numérique, pour une compréhension approfondie de la physique des mécanismes mais aussi dans la mise en oeuvre de techniques de contrôle.

## **SYSTEMES NATURELS : PROCESSUS ET SIMULATION**

Les actions du laboratoire sont orientées vers le diagnostic de milieux naturels, avec pour objets d'étude principaux l'océan, l'atmosphère et le littoral, et s'inscrivent dans les grands programmes nationaux et internationaux. Les grands enjeux actuels portent sur :

- l'accroissement de la résolution spatiale des simulations en écoulements océaniques et atmosphériques (par exemple pour aborder des études à échelle régionale). Cette évolution nécessite l'intégration de modélisations physiques plus fines au travers d'une meilleure paramétrisation des processus. Les principaux enjeux portent sur le transport turbulent et le mélange (notamment par instabilité et déferlement d'ondes internes), sur la structure de la turbulence et du micro-mélange en conditions anisotropes (rotation et stratification, couche limite de fond éventuellement mobile), sur la représentation de la couche de mélange de surface et enfin sur la genèse d'évènements extrêmes.
- l'affinement et l'optimisation des méthodes d'assimilation. Ces dernières, qui ont atteint un grand degré de maturité en océanographie, sont à même d'irriguer d'autres domaines. Ce mouvement est déjà engagé (par exemple sur le couplage entre circulations océaniques et écosystèmes marins), et pourrait être étendu par exemple à la dynamique littorale de long terme sous réserve de disposer d'observations adaptées.
- la prise en compte de phénomènes complexes avec notamment le couplage océan-atmosphère à l'échelle régionale, à l'exemple du couplage océan / glace de mer / atmosphère dont l'étude est déjà engagée en collaboration avec le LGGE. Dans le domaine atmosphérique, les spécificités des études conduites au LEGI (couche limite turbulente en reliefs complexes) méritent une meilleure intégration dans le contexte national.

Par la diversité de ses approches et compétences, le LEGI est bien positionné pour aborder ces questions dans le cadre des programmes nationaux.

Les points à renforcer concernent :

- ⇒ Une plus forte synergie entre études de processus à l'échelle du laboratoire et à l'échelle naturelle (au travers des modèles de circulation), alimentant un dialogue constant sur la pertinence des paramétrisations,
- ⇒ La poursuite des couplages assimilation / expérimentation de laboratoire, utiles pour affiner la méthodologie et rejoignant aussi des préoccupations plus fondamentales sur la prédictibilité.

## **MICRO-SYSTEMES, INTERFACES, MOUILLAGE**

Les micro-systèmes fluidiques donnent actuellement lieu à un courant de recherche très intense sur le plan mondial. Du fait du fort rapport surface/volume, les effets de surface y sont souvent prépondérants et nécessitent une attention particulière tant au niveau expérimental que théorique. Les travaux engagés par le LEGI dans ce domaine font principalement intervenir des couplages de nature électrohydrodynamique ou thermohydraulique. Les partenariats établis avec le CEA-BioSoC dans le domaine des biotechnologies, et avec le CEA-Greth dans le domaine des micro-échangeurs s'avèrent fructueux, confirmant ainsi la pertinence des recherches conduites au sein du laboratoire. Parallèlement, la réponse aux fortes attentes industrielles actuelles nécessite des développements à caractère technique rapides, débouchant souvent sur des brevets. Ce constat est à l'origine de la grande variété des systèmes microfluidiques étudiés au sein du LEGI.

Les points à renforcer concernent :

- ⇒ Une meilleure compréhension des problèmes associés au pilotage dynamique de micro-gouttes, notamment par électromouillage.
- ⇒ Le développement de modèles à interface localisée en l'absence de turbulence mais en présence de couplages avec des phénomènes d'origine électrique et/ou magnétique, de rhéologies d'interface spécifiques, de cinétique de mouillage/démouillage et de transferts de masse par changement de phase.
- ⇒ La conduite d'études fondamentales sur les effets d'échelle en écoulements monophasiques et diphasiques, venant compléter sur certains aspects l'un des points à renforcer mentionnés dans l'axe "Changements de phase et transferts d'énergie".

## ÉCOULEMENTS MULTIPHASIQUES, DISPERSION, MELANGE

Les écoulements multiphasiques se caractérisent par de fortes inhomogénéités temporelles et spatiales intervenant généralement à grandes échelles. Ces inhomogénéités peuvent résulter d'effets collectifs (interactions de N particules) ou de la structure même de la turbulence. Les enjeux portent sur :

- l'interaction turbulence/particule en conditions inhomogènes (incluant l'influence de la taille finie des inclusions), ce qui induit des questionnements sur la structure même de la turbulence (« localité » des perturbations). Le développement d'une description Lagrangienne de la turbulence, vision naturelle en écoulements dispersés, et de ses liens avec une approche Eulérienne semble constituer une voie prometteuse pour caractériser la réponse de la turbulence à des forçages distribués (ex. particules).
- la description de mécanismes intervenant à méso-échelle que les modélisations actuelles ne sont pas capables de représenter. Ces mécanismes peuvent consister en des effets collectifs comme la formation d'amas en écoulements turbulents chargés ou la micro-structure induite par les interactions hydrodynamiques à longue portée en écoulements à bulles lents. Ils peuvent aussi prendre la forme d'une dynamique globale impliquant un ensemble d'inclusions. En particulier, l'interaction entre larges structures vorticitaires et nuage de particules, ou encore entre couche limite turbulente instationnaire et massif poreux constituent deux situations particulièrement importantes dans le domaine du transport sédimentaire (liquéfaction, affouillement).
- ces interactions ont une forte incidence sur la cinétique d'agglomération, floculation ou coalescence, et doivent être traduites dans les équations d'évolution décrivant des systèmes impliquant notamment des nuages de gouttes, de la biomasse ou encore des sédiments cohésifs.

Les points à renforcer concernent :

- ⇒ La relation entre descriptions Lagrangienne et Eulérienne de la structure de la turbulence, et son incidence sur la modélisation d'écoulements dispersés dilués. En particulier, l'analyse expérimentale doit être complétée par des expérimentations numériques, et par l'exploration de nouvelles pistes en modélisation stochastique inspirées de la physique statistique.
- ⇒ La description de mécanismes à méso-échelles au travers du développement d'une modélisation bi-fluide capable de traduire les phénomènes intervenant à l'échelle méso-scopique, ce qui requiert parallèlement le développement d'une instrumentation adaptée.
- ⇒ Le développement d'approches autorisant un suivi de l'évolution des caractéristiques de la phase dispersée (taille, forme...) requises pour de nombreux domaines d'application dont les procédés (biofiltration) et les milieux naturels (vases).

Cette analyse prospective a clairement mis en exergue de nombreux thèmes scientifiques porteurs qui s'avèrent, pour la plupart, situés à l'interface entre plusieurs équipes actuelles, montrant ainsi la nécessité pour le LEGI d'amplifier les synergies entre ses équipes.

## ► PRIORITES SCIENTIFIQUES

La contribution du LEGI à la demande sociétale, particulièrement forte dans les domaines de l'environnement et de l'énergie, passe notamment par l'élaboration d'outils d'aide à la décision à destination des ingénieurs et des décideurs. Contribuer à l'élaboration de tels outils oblige à considérer des systèmes de plus en plus complexes, requérant la mise en oeuvre de simulations multi-échelles et souvent multi-disciplinaires. Le LEGI doit parallèlement approfondir son expertise scientifique : les besoins en termes de compréhension des mécanismes et de leur modélisation restent en effet très présents en mécanique des fluides. Ce constat est particulier vrai dans les domaines de la turbulence, des écoulements géophysiques et des écoulements fortement couplés sur lesquels se positionne le laboratoire.

Les priorités scientifiques affichées par le laboratoire répondent à cette double exigence :

✓ Le LEGI doit renforcer son action dans les domaines de la compréhension, de la modélisation et de la simulation de systèmes complexes, et les points à renforcer identifiés lors de la prospective relèvent de ce type de problématique. En particulier, les directions principales concernent :

- Le développement de **méthodes expérimentales performantes**, incluant en particulier l'élaboration de techniques d'investigation, notamment acoustiques et optiques, tridimensionnelles et résolues en temps et en espace (visant par exemple la caractérisation de champs et d'objets 3D et leur évolution), le développement de micro-capteurs ainsi que le déploiement de ces techniques sur sites naturels.
- Le développement de **simulations numériques avancées** (pour écoulements industriels et naturels) incluant l'élaboration de méthodes numériques performantes (modèles emboîtés, schémas numériques précis...), avec en particulier des développements en :
  - **méthodes de suivi d'interface**, en présence ou non de changement de phase, de couplages multi-physiques,
  - **techniques de simulations** mixtes du type SGE/URANS, et plus généralement dans le déploiement au sein du laboratoire de simulations fines de la turbulence vers des situations à fort couplage (interfaces, changement de phase, écoulements chargés),
  - **techniques d'assimilation de données**, et leur dissémination.
- Le développement de nouvelles voies de **modélisation** dans les domaines de la turbulence, de couplages de nature multidisciplinaire (biomasse, éco-systèmes...), de prise en compte de phénomènes collectifs ou à méso-échelle...

✓ Le LEGI doit aussi se renforcer dans ses métiers et compétences de base, qui se déclinent selon les trois grandes directions thématiques présentées en section 1.2 :

- **La dynamique des écoulements turbulents, du mélange et des transferts**
- **La dynamique des fluides géophysiques**
- **La dynamique des écoulements à très forts couplages hydrodynamiques**

Les orientations mentionnées ci-dessus entrent déjà pour partie dans le cadre de programmes engagés (mentionnés en sections 1.2 et 1.3), ou dans le cadre d'actions structurantes qui démarrent, avec en particulier :

Au niveau Européen, le **Réseau européen ENCORA** et l'initiative **HYDRALAB III**.

Au niveau régional, les plateaux PS2E, ECOUFLU, PEI, CC, et MOCQUA du **pôle Envirhônalp**, ainsi que le plateau HYDER (HyDraulique et Energie Renouvelable) lié au **Pôle de Compétitivité EnRRDIS**.

Au niveau national, certaines thématiques vont bénéficier d'actions structurantes nouvelles. En particulier, le LEGI contribue à quatre demandes de PPFs dont trois sont nouveaux :

- ▶ PPF « Piles à combustible : hydrogène - nouveaux matériaux – utilisations » impliquant les laboratoires LEPMI (pilote), LEG, LEGI, LTPCM, GPM2, Laboratoire de Cristallographie et LEPI (UPMF).
- ▶ PPF « Ecoulements complexes : structures tridimensionnelles et dynamique Lagrangienne » impliquant les laboratoires LMFA (pilote), ENSL et LEGI.
- ▶ PPF IBhS « Interactions Biophysicochimiques aux Interfaces et Hydrodynamique pour procédés de dépollution » impliquant les laboratoires Rhéologie (Pilote), LEGI, LTHE, LEPMI, L3S, LGP2 et LTPCM.
- ▶ PPF DYSCO (Dynamiques des systèmes complexes) impliquant les laboratoires Spectrométrie Physique (Pilote), LGGE, LEGI, LGIT, LMC et pour lequel une reconduction est demandée.

Enfin, les futurs appels d'offre ANR devraient faciliter le lancement de plusieurs des actions émergentes identifiées lors de la prospective.

## ▶ EVOLUTION DES STRUCTURES ET DES EQUIPES

Les développements évoqués ci-dessus passent par une meilleure synergie entre les domaines de compétences scientifiques présents au laboratoire, et donc entre les équipes. En outre, et au-delà des thématiques, les travaux de prospective ont fait clairement ressortir que si le LEGI possède des compétences indéniables en modélisation, simulation et expérimentation, ce potentiel est insuffisamment exploité et les interactions entre ces diverses compétences doivent être renforcées. En particulier, la sophistication accrue des situations étudiées requiert de combiner de manière plus systématique expériences et simulations, ces dernières constituant à la fois une source d'expérimentation parallèle et un moyen souvent incontournable pour approfondir l'exploitation des expériences physiques. Ce mouvement est d'autant plus pertinent que les méthodes d'investigations se raffinent et fournissent des jeux de données qui se rapprochent de celles issues de simulations. Par ailleurs, des transferts de compétences ont aussi été identifiés, notamment en ce qui concerne les techniques numériques.

Parallèlement à ces enjeux scientifiques, certaines limites organisationnelles doivent être évoquées. En effet, début 2006, le laboratoire comptera 9 équipes pour une cinquantaine de permanents chercheurs. La grande disparité en taille des équipes soulève plusieurs difficultés.

En premier lieu, les conditions de fonctionnement d'une équipe de recherche sont exigeantes en termes de présence scientifique, de recherche et de suivi de contrats, de doctorants, de maintien des outils à haut niveau... et deviennent de moins en moins compatibles avec l'existence d'équipes sous-critiques (au sens des ressources humaines et non de leur pertinence ou de leur activité scientifique). En outre, de telles équipes peuvent être mises en danger par le départ d'un seul individu.



Plus largement, au plan de l'organisation interne du laboratoire, un nombre plus réduit d'équipes apparaît souhaitable afin de rendre les structures internes encore plus réactives et d'associer encore plus étroitement les responsables d'équipe au fonctionnement du laboratoire. Il s'agit aussi d'éviter une disparité trop significative dans la représentativité au sein des instances du LEGI.

Si le développement de synergies entre équipes constitue bien un enjeu fort pour l'activité scientifique future du LEGI, une meilleure adéquation entre thématiques et équipes paraît aussi souhaitable. En s'appuyant sur les résultats de l'analyse prospective, il est en effet relativement aisé d'identifier les équipes contribuant prioritairement à chacun des cinq thèmes :

Changements de phase et transferts d'énergie :

TCM par son volet thermique industrielle / TURBOCAV

Modélisation et simulation numérique des écoulements industriels complexes :

MOST/ TURBOCAV par son volet turbomachines

Systèmes naturels : processus et simulations :

MEOM / CORIOLIS / THEO

Micro-systèmes, interfaces, mouillage :

MIP / TCM par son volet microfluidique

Écoulements multiphasiques, dispersion, mélange :

EDT / HOULE

Ce canevas constitue d'abord une invitation à un approfondissement des collaborations entre équipes thématiquement proches. Ensuite, il peut constituer une première base de réflexion visant à une évolution de certaines équipes au cours de la prochaine période quadriennale, à condition, bien entendu, que cette évolution repose sur de solides bases scientifiques et préserve les dynamiques et les relations humaines positives déjà en place.

## 1.5.2 RESSOURCES HUMAINES

### ► PROJECTIONS EN TERMES DE PERSONNELS CHERCHEURS

Pour les chercheurs et enseignants-chercheurs, les départs en retraite concerneront entre 5 et 9 personnes durant la prochaine période quadriennale. Même si plusieurs collègues bénéficieront très probablement de l'éméritat, ces départs vont affecter de façon significative certaines des thématiques clés du laboratoire et les priorités scientifiques affichées par le laboratoire tiennent compte de ces évolutions.

Sur la période 2006 - 2010, nous souhaitons recruter 2 Professeurs, 4 Maîtres de conférences, 3 Chargés de Recherche et 2 Directeurs de Recherche, certains de ces postes devant relever de promotions.

Lors de la campagne 2006, quatre demandes de postes ont été présentées à nos tutelles :

- un poste de MC sur la thématique *Micro-fluidique*, destiné à l'équipe MIP.
- un poste de PR sur la thématique *Nouvelle hydraulique*, lié au pôle de Compétitivité EnRRDIS et situé à l'interface des équipes TURBOCAV et MOST.
- un poste de MC sur la thématique *Transport sédimentaire : modélisation*, destiné à l'équipe HOULE.
- un poste de MC sur la thématique *Écoulements turbulents industriels et simulations avancées*, à l'interface entre les équipes MOST et TURBOCAV.

Les profils sont détaillés en Annexe 2. Les deux premières demandes ont été prises en compte par nos tutelles cette année. Le devenir du profil de MC sur la thématique Micro-fluidique retenu par l'UJF n'est pas connu à ce jour. Côté INP, le poste de PR sur la thématique Nouvelle hydraulique sera ouvert au concours en 2006.

Dans le courant de la prochaine période quadriennale, cette liste sera complétée par des demandes soit portant sur les besoins scientifiques identifiés lors de la prospective, soit contribuant à la pérennisation des grandes directions thématiques du LEGI.

### ► BESOINS EN SOUTIEN ITA-ITAOS ET ORGANISATION DES SERVICES

Pour accompagner les évolutions des équipes et de leurs projets scientifiques, des adaptations seront requises en ce qui concerne l'organisation du soutien ITA-ITAOS. D'une part, l'évolution des métiers de la recherche (incluant les aspects administration et gestion) incite à un ajustement opérationnel des services du laboratoire (le plan de formation, présenté en Annexe 3, traduit ces évolutions). D'autre part, le renforcement récemment acquis en soutien IT dans les domaines de l'instrumentation et de l'informatique donne enfin les moyens au laboratoire de déployer des projets à long terme au sein de ces services. L'évolution des services mutualisés externes a aussi été prise en compte.

Plus globalement, rappelons que le ratio ITA/chercheurs a chuté à 0,46 sur la période 2003 → 2005 et que trois départs en retraite sont attendus dans les quatre ans. En outre, les charges liées aux questions d'hygiène et de sécurité se sont notablement renforcées, et ce sur des domaines très variés (risques électriques, chimiques, laser, machines tournantes...). Si ces besoins sont bien réels, il n'en reste pas moins que cette activité, surtout dans un laboratoire à forte vocation expérimentale comme le LEGI, réduit d'autant l'appui direct à la recherche.

*Service administratif* : Les charges du service administratif sont déjà très conséquentes comme en témoigne l'activité du laboratoire présentée en section 1.1. Elles s'alourdissent notablement, en raison de nouvelles réglementations (LOLF...), de transferts de charges entre les tutelles et les laboratoires (prise en charge des mandatements par exemple), et d'exigences de plus en plus fortes sur le suivi des contrats et des personnels. Ces évolutions sont encore aggravées par la multiplication des structures avec lesquelles le laboratoire est amené à interagir (services et filiales de nos tutelles, écoles doctorales...), induisant un haut niveau de redondance dans les sollicitations. Dans le même temps, le laboratoire souhaite développer un projet de service afin de déployer ou améliorer certaines missions internes (site web, diffusion de l'information, communication interne et externe, gestion des demandes de stage...). Enfin, le service administratif du LEGI repose sur 1,2 ETP financé sur fonds propres.

Pour l'ensemble de ces raisons, le laboratoire affiche une demande d'un poste de Technicien - Bap H en priorité 1.

*Service Instrumentation* : L'instrumentation innovante, développée en liaison étroite avec de nouveaux questionnements sur la physique des phénomènes et leur modélisation, constitue l'un des points forts du laboratoire. Les développements sont variés et reconnus, et les perspectives sont nombreuses. L'arrivée de Mlle L. Vignal - IR-CNRS va permettre de débloquer partiellement une situation très limitante. L'objectif du laboratoire est de reconstruire un service Instrumentation dont la mission principale consistera à initier et piloter des projets innovants, transversaux aux équipes de recherche et aux équipes techniques. En particulier, il s'agira d'organiser autour de réalisations concrètes la collaboration entre chercheurs, ingénieurs et techniciens. Il s'agira aussi d'amplifier les collaborations avec les laboratoires grenoblois notamment en micro-techniques (IMEP, TIMA...) et en imagerie (INRIA), ainsi que d'assister les chercheurs par de la veille technologique effective. Muriel Lagauzere rejoindra ce service début 2006 : elle apportera ses compétences en programmation logique et Labview. Le départ prochain

de J.-P. Barbier-Neyret va cependant constituer un fort handicap qu'il ne sera pas aisé de combler.

À très court terme, il faut donc de renforcer ce service dans le domaine de l'électronique analogique : cette demande a la priorité 2 au niveau du LEGI. À moyen terme, un renforcement s'avère aussi nécessaire dans le domaine de l'exploitation quantitative de données 3D, notamment en lien avec les techniques d'imagerie tridimensionnelle sur lesquels le laboratoire est engagé.

*Service informatique* : Depuis 2003, le fonctionnement de ce service était assuré par un seul personnel en CDD financé pour partie sur fonds propres et pour partie sur support budgétaire. Cette situation difficile et handicapante va prendre fin en 2006 avec les arrivées de G. Moreau (IR - CNRS, procédure NOEMI) et de K. Reverchon (AI-INP, titulaire). Cette nouvelle configuration va non seulement permettre de répondre à l'ampleur de la demande de soutien aux utilisateurs (cf. section 1.4), mais aussi d'engager des développements qui n'avaient pas été possibles jusque-là. Le LEGI compte en effet se doter à l'horizon 2007 de ressources informatiques mutualisées significatives pour répondre aux besoins internes en simulations avancées. À cette fin, la Commission Informatique conduira en 2006 une analyse de la demande afin de cibler le niveau de ressources informatiques requis par rapport aux possibilités offertes aux échelles locale, nationale et même européenne, et à leurs évolutions probables. Parallèlement, il s'agira de préparer un investissement lourd, de l'ordre de 250 –300 k€, s'étalant entre 2007 et 2010. Mentionnons aussi ici que le développement de ce service devrait bénéficier de la mise en place du Pôle PING-Gemme de l'INP, pôle destiné à favoriser les synergies entre informaticiens et à mutualiser les développements sur les aspects réseau et sécurité, et qui devrait alléger certaines tâches au niveau du laboratoire.

Parallèlement, les nombreux projets affichés par le laboratoire dans le domaine des simulations avancées nécessitent un renforcement du soutien en informatique dédiée au calcul scientifique par un poste d'Ingénieur de Recherche.

*Equipes techniques* : Face à la diminution des effectifs, les directions précédentes ont réorganisé le soutien technique en un ensemble d'équipes techniques intervenant pour le compte de plusieurs équipes de recherche. Ce mouvement a été mené à terme et donne satisfaction. Quelques ajustements restent cependant nécessaires en ce qui concerne les responsabilités transversales, avec notamment le besoin d'une plus forte spécialisation (par le biais notamment de formations ciblées) : ces évolutions sont en cours. Par ailleurs, afin que les personnels puissent s'investir prioritairement sur des projets à haute technicité faisant appel à leurs compétences et à leur inventivité, plusieurs aménagements ont été mis en place :

- une forte incitation à sous-traiter les réalisations de type standard (en mécanique, électricité...), ainsi qu'à rationaliser les petits équipements (logiciels, cartes d'acquisition, caméras)
- l'organisation d'une formation systématique des doctorants expérimentateurs du LEGI à des techniques de fabrication mécanique simples. J. Virone et J.-M. Barnoud ont mis en place et assurent cette formation.

Malgré ces aménagements, le soutien technique reste insuffisant, et ceci est particulièrement manifeste en conception et en réalisation mécanique. Le défaut de personnels dans ce domaine de compétence a d'ailleurs forcé l'ensemble des laboratoires partenaires de l'atelier de mécanique à opter en 2004 pour un mode de fonctionnement en libre-service. Par ailleurs, le bureau d'étude ne compte plus que 0,5 ETP.

Les demandes de postes présentées par le laboratoire concernent donc le renforcement du bureau d'étude (niveau Ingénieur d'Etudes) et des activités en mécanique (niveau Technicien).

Le panorama des services pour début 2006 est donc le suivant :

<b>SERVICES GENERAUX INTERNES</b>	<b>Equipes : THEO, TCM, EDT, MIP</b> P. Carecchio, IE2 - CNRS, Responsable équipe technique M. Kusulja, TCN INPG – 50% J. Virone, TCN - CNRS – 50% V. Govart, T - UJF - 50%	<b>SERVICE ADMINISTRATIF</b>	<b>Responsable administrative :</b> G. Chavand, AI - CNRS – 90%
	<b>Equipes : Houle, TurboCav, EDT</b> JM. Barnoud, TCS - UJF M. Riondet, AI - CNRS L. Terrier, IE2 - INPG		<b>Service comptabilité :</b> N. Bourhy, TCS - CNRS J. Germinario, 3D contractuelle - 50% E. Hollard, 2D contractuelle – 70%
	<b>Equipe : Coriolis</b> H. Didelle, IRHC - CNRS – 90% S. Mercier, TCN - UJF S. Viboud, IE2 - CNRS	<b>SERVICE INFORMATIQUE</b>	<b>Service missions :</b> S. Champavier, Ag. Adm. - INPG – 80%
	<b>Bureau d'études :</b> M. Kusulja, TCN – INPG 50%		<b>Secrétariat équipe MEOM :</b> J. Brasseur, 2D – 50%
	<b>Service Electronique et instrumentation :</b> JP. Barbier Neyret, IE1 - CNRS L. Vignal IR - CNRS M. Lagauzère IE - CNRS 80%		<b>Service Informatique :</b> K. Reverchon, AI - INPG– 90% G. Moreau, IR - CNRS
			<b>Calcul scientifique dédié :</b> Equipe : MOST P. Begou, IR2 - CNRS Equipe : MEOM JM. Brankart, IR2 - CNRS JM. Moline, IR1 - CNRS

#### RESPONSABILITE EQUIPEMENTS COMMUNS

Vélocimétrie par image de particules / Laser YAG	P. Carecchio
Anémomètre Laser Doppler à Phase / Laser Cu	L. Terrier
Réseaux (air comprimé / eau déminéralisée)	JM. Barnoud, M. Riondet

#### ACMO (HYGIENE ET SECURITE)

JM. Barnoud (20%), H. Didelle (10%), J. Virone (20%)

#### SERVICES GENERAUX PARTAGES

ATELIER de MECANIQUE :	J. Virone, TCN – 30%
PING-GEMME (INFORMATIQUE) :	K. Reverchon, AI -10%

En résumé, pour maintenir notre savoir-faire, notre compétitivité scientifique et notre image auprès des industriels et autres partenaires au niveau de l'exécution des contrats, des recrutements rapides sont nécessaires sur les postes ITA ou ITAOS suivants :

Demandes prioritaires classées :

- Technicien - Bap H / Administration en priorité 1
- Ingénieur d'Études - BAP C / Electronique en priorité 2

Demandes prioritaires (sans classement) :

- Ingénieur d'Études - BAP C / Traitement d'images, imagerie quantitative
- Ingénieur d'Études - BAP C / Bureau d'études, conception mécanique
- Technicien - BAP C / Mécanique, assemblage
- Ingénieur de recherche - BAP E / Calcul scientifique

Les profils de poste correspondants sont donnés en Annexe 2 .

## PROMOTIONS, ENTRETIENS D'ACTIVITE

Au-delà des blocages évoqués en Section 1.1, l'opacité pour le laboratoire et pour son directeur des modalités de promotions au sein des universités est source de confusion. En particulier, le directeur n'a aujourd'hui aucun retour des commissions paritaires d'établissement.

Par ailleurs, l'initiative lancée par l'INPG de systématiser un entretien d'activité annuel entre chaque agent et son chef de service s'est avérée bénéfique. En revanche, les récents mouvements, parfois mal maîtrisés, vers la mise en place d'indicateurs n'offrent pas de perspectives claires aux personnels ni à leur chef de service. Il serait dommageable que les évolutions dans ce domaine remettent en cause les bénéfices induits par les entretiens d'activité sous leur forme actuelle.

## 1.5.3 MOYENS FINANCIERS

### ► BUDGET RECURRENT DU LABORATOIRE

Le budget du laboratoire, hors la part des contrats directement affectée aux équipes de recherche, est utilisé pour couvrir :

- les dépenses incompressibles à hauteur de 140 k€ dont 40 k€ en frais de personnels en soutien à l'administration et aux équipes techniques et 100 k€ de frais d'infrastructure (incluant les aspects hygiène et sécurité) que le laboratoire acquitte en plus de la dotation ministérielle. Ce dernier poste de dépense infrastructure atteint un niveau critique, et un soutien spécifique est demandé au CNRS à hauteur de 20 k€.
- les frais généraux de fonctionnement du laboratoire, qui s'établissent à 50 k€,
- le soutien aux services et équipes techniques pour un montant moyen de 70 k€.

La direction du laboratoire doit pouvoir disposer d'une somme de 100 k€ pour animer les opérations scientifiques et inciter à la mutualisation. Cette redistribution se fait sous forme de subventions sur opérations de recherche ciblées (dont certaines sont évaluées via une expertise externe), de soutien direct aux équipes, de participation à l'achat d'équipements mutualisés au niveau du laboratoire, ou en commun avec des structures externes (service visualisation, plateforme de calcul, atelier...). Un effort est aussi requis pour la maintenance de nos grandes installations qui prennent de l'âge (plaque Coriolis, soufflerie basse vitesse...). Enfin, le laboratoire souhaite disposer d'une marge de manœuvre autonome pour l'accueil de collaborateurs extérieurs notamment en provenance de l'étranger (ce poste correspond un montant de 10 k€).

L'ensemble de ces postes représente un budget annuel de 360 k€.

À cette somme, se rajoutent les demandes d'équipements mi-lourds. Les prévisions d'investissements sur la prochaine période quadriennale, précisées en section suivante, représentent 300 k€ par an. Ces dépenses seront assurées pour une part significative par les contrats. Plusieurs de ces opérations correspondent à des achats mutualisés au niveau du laboratoire ou à plus large échelle : nous comptons sur le soutien de nos tutelles pour mener à bien ces opérations qui représentent environ 180 k€ par an. Une part (120 k€) des crédits scientifiques des établissements sera utilisée à cette fin (30 k€ par établissement), et nous comptons sur une dotation annuelle de 60 k€ de la part du CNRS. Le complément sera apporté par les prélèvements internes.

Le budget récurrent annuel demandé par le LEGI, incluant le poste vacations, est résumé ci-dessous :

		Recettes k€ HT		Dépenses k€ HT	
Fonctionnement	UJF fonctionnement	75	Personnel	40	
	UJF vacations	3	Frais généraux	50	
	INPG fonctionnement	75	Fonctionnement recherche et services	70	
	INPG vacation	3	Infrastructure, Hygiène et sécurité	100	
	CNRS fonctionnement dont	210	Vacations	6	
	accueil de chercheurs invités		Soutien équipes	50	
	participation aux frais	10	Accueil de chercheurs invités		
	d'infrastructure	20	Opération scientifiques	10	
				40	
Equipement	UJF	30	Equipement	120	
	INPG	30			
	CNRS	60			
<b>Total</b>		<b>486</b>		<b>486</b>	

78

## ► EQUIPEMENT

Les demandes d'équipements, inventoriées ci-dessous, sont regroupées selon trois rubriques :

L'acquisition d'appareillages principalement en informatique et instrumentation,

L'aménagement et la rénovation d'installations expérimentales existantes,

La participation à des achats mutualisés externes.

Descriptif et nombre	Affectation	Coûts unitaires en k€	Sources de financement	Coût total en k€
<b>Appareillages</b>				
Serveur multiprocesseur pour calcul scientifique LEGI	Service Informatique	150	mi-lourd EPST (-) & Ministère (-) Contrats (-) Soutien de base (D)	150
Stockage pour serveur multiprocesseur LEGI	Service Informatique	50	mi-lourd EPST (-) & Ministère (-) Contrats (-) Soutien de base (D)	50
Upgrade pour serveur multiprocesseur LEGI	Service Informatique	100	mi-lourd EPST (-) & Ministère (-) Contrats (-) Soutien de base (D)	100
Granulomètre par diffraction	Service Instrumentation	75	mi-lourd EPST (D) Contrats équipes (A)	75
Camera rapide haute résolution (X3)	Service Instrumentation	60	mi-lourd EPST (D) Contrats équipes (A)	180
Nouveau laser (Argon ou diode solide)	Service Instrumentation	50	Contrats équipes (A)	50

Upgrade station de calcul Mirage (10 To de stockage)	MEOM	35	mi-lourd EPST (D) Contrats équipe (A)	35
Remplacement laser	Coriolis	50	mi-lourd INSU (D)	50
Anémomètre phase Doppler multi-composantes	Service Instrumentation	180	Contrats équipe (D) mi-lourd EPST (D)	180
Micro-caméra submersible	Coriolis	10	Contrats équipe (D)	10
Caméra haute résolution (2000x2000)	Coriolis	30	Contrats équipe (D) mi-lourd INSU (D)	30
Serveur de calcul et stockage pour imagerie (x2)	Coriolis et Service Instrumentation	20	Contrats équipes (A) mi-lourd INSU (D)	40
ADVP commercial de terrain (X2)	Houle	10	Contrats équipes (A) Soutien de base (D)	20
<b>Aménagements et rénovation d'installations expérimentales</b>				
Rideau contre le vent plaque tournante	Coriolis	25	mi-lourd CNRS (D) Contrats équipe (A)	25
Rénovation des moteurs Plaque tournante	Coriolis	60	Contrats équipe (D)	60
Rénovation de la soufflerie basse vitesse	LEGI	60	Contrats équipe (D)	60
<b>Achats mutualisés externes</b>				
Contribution à l' «upgrade» du serveur de calcul	Station Mirage	45	Contrats équipe (A)	45
Binoculaire	Service Visualisation-reprographie	15	Contrats équipe (D) Soutien de base (D)	5 (contribution LEGI)
Caméra infrarouge	Service Visualisation-reprographie	50	Contrats équipe (-) Soutien de base (D)	10 (contribution LEGI)
Appareil photo numérique HD	Service Visualisation-reprographie	15	Contrats équipe (-) Soutien de base (D)	5 (contribution LEGI)
Tour de précision pour micromécanique	Atelier commun de mécanique	20	Contrats équipe (-) Soutien de base (D)	5 (contribution LEGI)
Tournage et montage HD Broadcast	Service Visualisation-reprographie	45	Soutien de base (D)	8 (contribution LEGI)
			<b>Total</b>	<b>1.193 k€</b>

A : acquis

D : demandé

## ► QUESTIONS D'ACTUALITE

Les politiques de gestion des ressources humaines et contractuelles sont en cours d'évolution, et risquent d'impacter significativement le fonctionnement du laboratoire.

Concernant les doctorants, une première question a trait au niveau de financement minimal acceptable durant la préparation de la thèse (ce niveau est, selon les recommandations des Ecoles Doctorales, laissé à l'appréciation du directeur). Par ailleurs, le statut (couverture sociale, responsabilité) des doctorants prolongeant leur séjour au laboratoire au-delà de la durée stricte de leurs bourses n'est pas clair. Ces questions n'ont pas encore trouvé de réponses claires auprès de nos tutelles. En outre, les charges liées aux APE pour certains types de bourses constituent une source de risque que les laboratoires ne peuvent assumer seuls, et des solutions collectives mais responsabilisantes doivent être rapidement mises en œuvre au niveau des tutelles. Le Conseil du Laboratoire a déjà été saisi de ces questions critiques.

Concernant la gestion au sens large, une rationalisation et une harmonisation des sollicitations de la part de nos tutelles et de leurs divers services est vivement souhaitée. Plus largement, les laboratoires ont à faire face à une tendance à la gestion en flux tendus sans que les outils n'en soient donnés (période d'ouverture des budgets, provisionnement, mutualisation ou

échanges de crédits entre tutelles, filiales...). Des solutions opérationnelles et efficaces sont notamment requises en ce qui concerne le provisionnement mais aussi les échanges de crédits.

Concernant la politique contractuelle, les établissements INPG et UJF ont décidé de transférer une large part des activités de l'ADR vers leurs filiales respectives INPG Entreprise SA et Floralis. Ce mouvement est en cours et se concrétise par une restructuration des services de valorisation en vue d'un accompagnement plus professionnel des chercheurs dans leurs démarches de valorisation. Ces évolutions offrent aussi des possibilités d'embauche élargies. En revanche, elles ne solutionnent pas, au niveau du laboratoire, les questions relatives au provisionnement ou aux échanges de crédits mentionnées ci-dessus. En outre, pour les contrats directement gérés par les filiales, le laboratoire, lors du Conseil de Laboratoire du 12 Juillet 2005, a souhaité distinguer :

- les prestations de conseil ou d'expertise donnant lieu à rémunération individuelle qui doivent consister en des prestations intellectuelles ne mettant en jeu ni les ressources, ni le savoir-faire du laboratoire (document INPG-INPG ENTREPRISE SA de janvier 2005). Le laboratoire n'intervient alors que pour viser les demandes de cumul.
- des contrats impliquant les ressources (humaines, matérielles...) du laboratoire. Ces opérations nécessitent l'accord du directeur dès la phase d'élaboration du projet. En outre, tout complément de financement de personnels permanents (ou assimilés) est exclu.

Enfin, la mise en place des modalités pratiques sur les prélèvements internes au laboratoire et le suivi des postes de dépenses devraient être rapidement finalisées.

#### ► MENTION SPECIALE POUR LA SECURITE ET LA MISE EN CONFORMITE

Nos tutelles ont été alertées dès 2001 sur les problèmes de sécurité, et en particulier ceux liés au bâtiment GH de l'ENSHMG/INPG : ce hall expérimental abrite quantité de bureaux, créés au fil du temps pour répondre aux besoins croissants en termes d'accueil de personnels. Plusieurs opérations liées à la sécurité ont depuis été menées, certaines sur fonds propres du laboratoire et d'autres financées par l'établissement INP, pour remédier aux problèmes les plus urgents. Ces opérations, résumées en Annexe 4, ont notamment concerné la mise en conformité électrique, l'évacuation totale du mercure, la gestion des produits chimiques... Il reste cependant beaucoup à faire (cf. Annexe 4). L'INP vient notamment de lancer une initiative visant à l'évaluation et à la prévention des risques liés aux expériences.

Bien que très positives, ces opérations restent insuffisantes et insuffisamment coordonnées par manque d'une vision globale permettant de hiérarchiser les problèmes. Le laboratoire s'est engagé dans ce sens en menant une réflexion interne sur l'identification des risques, en associant les Acmo et les ingénieurs hygiène et sécurité des établissements. Toutefois, une telle démarche nécessite aussi l'intervention de professionnels de la sécurité (audits externes notamment).

Parallèlement, plusieurs expertises externes ont été diligentées sur le bâtiment GH qui ont montré que, bien que la structure du bâtiment soit saine, cette construction ne peut prétendre, aujourd'hui, qu'à un classement de cinquième catégorie. En outre, de graves défauts ont été identifiés en ce qui concerne la corrosion des clos et des couverts et la présence de matériaux inadaptés à la tenue à l'incendie. Enfin, la quasi-absence d'isolation thermique se répercute sur la dépense énergétique de ce bâtiment. Une solution pérenne à ces graves difficultés nécessite de réhabiliter le bâtiment GH en lui rendant sa vocation expérimentale initiale, ce qui implique la création de nouvelles surfaces de bureaux. Ces questions de sécurité et de mise en conformité concernent aussi les laboratoires LTHE, L3S, Rhéologie (qui occupent des bâtiments présentant des défauts similaires) ainsi que les laboratoires GPM2, LTPCM et LEPMI du secteur Matériaux. L'ensemble de ces acteurs se sont engagés dès 2001-2002 sur l'élaboration d'un projet immobilier d'envergure, le projet immobilier GEMME-Envirhonalp (détaillé ci-après) qui touche une part significative du Campus Nord-Est.



## 1.5.4 LE PROJET GEMME, GENIE DE LA MECANIQUE, DES MATERIAUX ET DE L'ENVIRONNEMENT

Le projet GEMME - Génie de la Mécanique, des Matériaux et de l'Environnement - est le qualificatif actuel d'une double démarche de structuration engagée au niveau Grenoblois :

- une convergence scientifique et organisationnelle des laboratoires dont les activités relèvent des mots-clés Mécanique, Matériaux, Environnement, Procédés et Energie.
- un projet patrimonial d'envergure, partagé avec l'OSUG (Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble), et soutenu par nos tutelles locales UJF et INPG, ainsi que par le CNRS et par l'IRD.

### ► GEMME - STRUCTURATION DE LA RECHERCHE

La première étape de cette structuration, identifiée alors sous le nom de La Mesa (La Mécanique et Ses Applications), avait été initiée par Jacques Verron en 2001, et rassemblait alors 7 laboratoires du campus de Grenoble, tous liés au secteur de la Mécanique. Le projet s'est depuis élargi en termes de champ thématique, et compte désormais 11 partenaires :

#### 8 UMR

- GPM2 : Génie physique et Mécanique des Matériaux UMR 5010 CNRS/INPG
- LEGI : Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels UMR 5519 CNRS/UJF/INPG
- LEPMI : Laboratoire d'Electrochimie et de Physico-chimie des Matériaux et des interfaces. UMR 5631 CNRS/UJF/INPG
- LGP2 Laboratoire Génie des Procédés Papetiers UMR 5518 CNRS/INPG
- LTHE : Laboratoire des Transferts en Hydrologie et Environnement UMR 5564 CNRS/IRD/UJF/INPG
- LTPCM : Laboratoire de Thermodynamique et de Physicochimie métallurgiques UMR 5614 CNRS/UJF/INPG
- L3S : Laboratoire Sols, Solides, Structures UMR 5521 CNRS/UJF/INPG
- Laboratoire de Rhéologie : UMR 5520 CNRS/UJF/INPG

#### 1 UPRES

- LIRIGM Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche Impliquant la Géologie et la Mécanique

#### 1 UPR

- EPM-Madylam : Elaboration par Procédés Magnétiques UPR9033 du CNRS

#### 1 Centre d'essai rattaché à l'INPG

- CREMHyG : Centre de Recherche et d'Essais de Machines Hydrauliques de Grenoble.



Ces partenaires sont proches par l'orientation de leurs recherches, qui visent au développement d'une ingénierie d'innovation à échelle humaine qu'il s'agisse d'objets manufacturés ou de milieux naturels et anthropisés. Ces partenaires partagent les mêmes domaines d'application : Matériaux, Ingénierie de l'Environnement, Energie, Transport, Procédés de Transformation, Bio-procédés et Aide à la décision, et leurs disciplines principales touchent à la

mécanique, au génie des procédés, aux géosciences, à la physique, à la chimie, au génie électrique.

Cet ensemble représente plus de 430 permanents, 170 personnels techniques et 290 doctorants. Cette masse critique significative ainsi que la diversité de compétences présentes sur le site de Grenoble constituent des conditions très favorables à l'élaboration de projets d'envergure. Il apparaît donc pertinent de structurer cette communauté, qui partage des méthodes, des projets, mais aussi une tradition d'ouverture vers le secteur aval (industries, collectivités...) autour des missions suivantes :

- l'interfaçage entre les laboratoires du pôle et les vice-présidences recherche de nos deux tutelles universitaires,
- l'animation de la recherche au travers de travaux prospectifs devant déboucher sur l'élaboration de projets innovants ou encore sur le lancement de nouvelles thématiques,
- le pilotage de services mutualisés et des plateaux techniques, en concertation avec les pôles de formation ainsi qu'avec les autres pôles de recherche du site,
- la promotion et l'animation de la restructuration du campus NE (projet immobilier notamment),
- l'amélioration de la visibilité et de l'attractivité (chercheurs, étudiants, industriels) du site Grenoblois dans le domaine de l'ingénierie.

Plusieurs de ces missions sont déjà en phase de concrétisation, avec en particulier les nouveaux projets de PPFs et de plateaux recherche-formation-industrie dans les domaines de l'environnement et de l'énergie (cf. Section 1.2), et les avancées dans le domaine de la mutualisation de services (services visualisation-reprographie et atelier de mécanique notamment). Le projet immobilier GEMME-Envirhonalp, initié en 2001-2002, concerne une majorité d'acteurs de GEMME, et constitue de ce fait un autre élément fédérateur.

La réflexion de la communauté GEMME a débouché en Octobre 2005 sur la proposition faite aux Présidents de l'UJF et de l'INPG, et co-signée par les directeurs des laboratoires LTHE, LEGI, GPM2, LGP2, L3S, LTPCM, CREMHyG et EPM, de structurer l'ensemble de ces unités en un « pôle » ou « département » de recherche commun aux deux tutelles concernées.

Le LEGI, qui a d'ailleurs pris une part très active à ces développements, est largement convaincu de l'intérêt de cette démarche structurante. Nous voulons croire que cette dernière répond aux ambitions de nos établissements de tutelle, et qu'elle pourra se concrétiser à l'occasion du prochain contrat quadriennal.

### **PROJET IMMOBILIER GEMME-ENVIRHONALP**

La question des locaux constitue l'un des aspects les plus critiques de l'avenir du LEGI. Cette question, déjà soulignée et largement débattue à l'occasion du précédent Comité d'Evaluation du LEGI (2002), reste toujours d'actualité.

Elle intéresse plus largement la communauté GEMME, et s'étend aussi à l'OSUG avec lequel nous sommes associés au sein du pôle Envirhonalp. De fait le projet immobilier de site, partagé par tous ces acteurs, est dénommé projet GEMME-Envirhonalp.

Les objectifs du projet immobilier GEMME-Envirhonalp sont les suivants :

- rationaliser l'utilisation de l'espace au travers d'une restructuration globale, notamment en redonnant leur vocation expérimentale à certains bâtiments et en mutualisant certains services.
- régler les problèmes de sécurité, d'insalubrité et aussi de classement de certains bâtiments.

- accroître raisonnablement l'espace disponible. Aucun accroissement en surface (excepté des aménagements intérieurs) n'étant intervenu depuis la création des bâtiments, il s'agit d'absorber trente années de croissance régulière des laboratoires du site et d'anticiper sur les dix à vingt prochaines années, en particulier par la mise en œuvre de plateaux techniques à destination de la recherche mais aussi de la formation et ouverts aux acteurs industriels.
- enfin, créer un lieu de vie scientifique favorisant les synergies intra- et inter-laboratoires, favorisant l'émergence des projets de recherche et améliorant l'attractivité de nos laboratoires vis-à-vis des étudiants aussi bien que des partenaires industriels.

L'inventaire précis des besoins et des perspectives a débouché sur un projet comprenant la construction de 2 bâtiments neufs et la rénovation de 3 bâtiments pour un total d'environ 12 000 m<sup>2</sup> de surface utile qui se décompose en 5500 m<sup>2</sup> à créer et 7000 m<sup>2</sup> à réhabiliter. Le montant de l'ensemble de l'opération a été évalué, de manière approximative, à 20 M€.

Pour le seul LEGI, les évolutions attendues, résumées ci-dessous, restent très raisonnables :

	SU (m <sup>2</sup> ) Actuel	SU (m <sup>2</sup> ) Projet	Bilan SU (m <sup>2</sup> )
LEGI (Hors Coriolis et personnels accueillis sur le site du CEA)	1376 (Bureaux et salles)	1950	+574
	1604 (Expériences)	1800	+196

Ce projet immobilier, qui doit résoudre les problèmes de sécurité et d'insalubrité de certains de nos locaux mais aussi permettre de déployer nos projets scientifiques, est un enjeu crucial pour le LEGI. Jean-Paul THIBAUT a été nommé directeur-adjoint du LEGI en charge de ce dossier immobilier en début 2003, et il poursuit cette mission au sein de la nouvelle équipe de direction : cet investissement traduit à lui seul l'importance que le LEGI accorde à ce dossier.

L'état d'avancement du projet est le suivant. Le phasage du projet a été arrêté (cf. Annexe 5). La première tranche consiste en un immeuble de bureaux de 2700 m<sup>2</sup> pour le LTHE et LEGI, phase nécessaire à la déconcentration du bâtiment GH à réhabiliter.

- Le montage financier de cette première tranche (5,9 M€) est aujourd'hui en bonne voie grâce aux soutiens de toutes nos tutelles : l'INPG au travers du plan construction (1,5 M€), l'UJF (engagement sur 1,5 M€), le CNRS (demande déposée pour 1,5 M€ avec le soutien des départements SPI et SDU) et l'IRD (engagement à hauteur de 0,7 M€).

Le complément (0,7 M€) va être demandé auprès des collectivités locales et notamment du Conseil Général de l'Isère. Cette première tranche pourrait être achevée en 2008.

- Nous comptons sur le prochain CPER (Région Rhône-Alpes) pour financer les tranches suivantes du projet (environ 14 M€). Toutefois, les incertitudes sont fortes sur la forme que prendra ce CPER, et d'autres possibilités de financement doivent être rapidement explorées en parallèle (en particulier, une part significative du projet consiste en de la réhabilitation). A cette fin, la communauté GEMME sollicite, de la part de ses tutelles, l'appui de professionnels pour le montage financier de ces phases.

L'ensemble du LEGI est mobilisé sur cette question des locaux qui conditionne l'avenir, et nous comptons sur nos tutelles pour continuer à nous accompagner dans la mise en œuvre de ce projet porteur.

# 2

## **BILAN ET PROSPECTIVE DES EQUIPES**



Sont présentées ci-dessous, sous la responsabilité de chaque équipe mais selon un plan uniformisé, le bilan 2002-2005 des équipes et leur prospective scientifique pour le prochain quadriennal.

	Responsable	Effectif équivalent temps plein au 31/12/05 Chercheurs et Enseignants/chercheurs
Plaque tournante CORIOLIS CORIOLIS	J. SOMMERIA	1.5
Ecoulements Diphasiques et Turbulences EDT	C. BAUDET	8.5
Ondes de Gravité et Hydrodynamique Sédimentaire HOULE	E. BARTHELEMY	4
Modélisation des Ecoulements Océanique à Moyenne et grande échelle MEOM	B. BARNIER	7
Modélisation et Simulation de la Turbulence MOST	M. LESIEUR	2
Phénomènes et Applications Magnétohydrodynamiques, Interfaces Réactives PAMIR	A. ALEMANY	2
Microfluidique Interfaces Particules MIP	JL. ACHARD	3.3
Transfert de Chaleur et de Matière TCM	M. FAVRE-MARINET	10
Turbulence Hydrodynamique, Environnement et Ondes THEO	J.B. FLOR	4.5
Turbomachines et Cavitation TURBOCAV	JP. FRANC	8.2



# CORIOLIS

## MEMBRES PERMANENTS

Sommeria J.	DR2 CNRS Chef d'équipe
Fincham A.	CR1 CNRS jusqu'en 2003
Flor J.B.	CR1 CNRS 50%
Didelle H.	IRCE CNRS

## POST-DOC, ATER, VISITEURS

Galmiche M.	Post-doctorant
Boyer D.	Visiteur Janv. – Avril 02
Pavia E.	Visiteur Sept. 01 – Juin 02
Ungarish M.	Visiteur Sept. 02, Avril 03, Fév. 04

## DOCTORANTS

### Thèses en cours

Decamp S.	DGA CNRS	Sept. 02
Romani M.	Fond. Italienne	Mai. 05
Venaille A.	AMN	Oct. 05

### Thèses soutenues

Cariteau B.	AMN	Juil. 05
Thivolle-Cazat E.	DGA CNRS	Sept. 03
Praud O.	AMN	Oct. 02
Moulin F.	AMN	Oct. 02 (Coll.THEO)

### Thèses externes soutenues

Chaumat S.	AMN	Déc. 02 – Lab. Physique, Lyon
Sous D.	MENESR	Déc. 03 - Bordeaux

## STAGIAIRES

Frederix K.	Technische Univ. Eindhoven	01/09/05 - 30/11/05
Cartier N.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Fingant M.	ENSHMG, 2ème année	13/06/05 - 05/08/05
Grenier M.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Nadifi A.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Ogno C.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Vannier O.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Joubert G.	Master 1 Mécanique, UJF	31/01/05 – 24/06/05
Laloux S.	Licence Mécanique, Paris XI	19/01/04 - 13/02/04
Nnomo Ngali S.	Polytech, Ingénieur réseaux informatiques	14/06/04 - 31/08/04
Wachtendorf C.	Master 1 Physique, UJF	22/03/04 - 30/06/04
Zein F.	Polytech, Ingénieur réseaux informatiques	14/06/04 - 20/08/04
Lesbros S..	Magistère Mécanique 1, UJF	24/03/04 – 30/06/04
Gourcuff C.	Magistère Mécanique 1, UJF	01/04/04 – 30/06/04
Constancin A.	Polytech, Ingénieur réseaux informatiques	16/06/03 - 22/08/03
Fay J.	Licence Mécanique, UJF	24/05/03 - 30/06/03
Hecart D.	Polytech, Ingénieur réseaux informatiques	16/06/03 - 22/08/03
Mattana J.	Licence Mécanique, UJF	24/05/03 - 30/06/03
Ravinet D.	Hogeschool Hzeeland, Pays Bas	03/02/03 - 30/06/03
Sommeria R.	IUP GSI, Paris X	29/04/02 - 21/06/02

## DEA, DRT

Capitaine A..	05	MFT
Venaille A.	05	Physique Statistique Lyon

## VISITEURS EUROPEENS

Nom	Date	Nbre jours	Institution	Statut
Maas L.	02-03/2002	23	Netherlands Institute for Sea Research, Pays-Bas.	professeur



Eijgenraam F.	02-03/2002	21	Netherlands Institute for Sea Research, Pays-Bas.	professeur
Harlander U.	02-03/2002	21	Netherlands Institute for Sea Research, Pays-Bas.	chercheur
Swart A.	02-03/2002	21	Dept. of Mathematics, Univ. Utrecht, Pays-Bas.	thesitif
Read P.	04-05/2002	26	Clarendon laboratory, Univ; Oxford, UK	professeur
Lewis S.	04-05/2002	12	Clarendon laboratory, Univ; Oxford, UK	chercheur
Williams P.	04-05/2002	25	Clarendon laboratory, Univ; Oxford, UK	thesitif
Yamazaki H.	04-05/2002	38	Clarendon laboratory, Univ; Oxford, UK	postdoc
Longhetto L.	10-11/2002	12	Dept. of General Physics, Univ. Torino, Italie	professeur
Bertoni D.	10-11/2002	20	Dept. of General Physics, Univ. Torino, Italie	technicien
Ferrero E.	10-11/2002	20	Dip di Scienze e Tecnologie Avanzate, Univ. del Piemonte Oriental "Avogadro", Alessandria, Italie.	professeur
Forza R.	10-11/2002	20	Dept. of General Physics, Univ. Torino, Italie	chercheur
Giraud	10-11/2002	4	Inst. Di Cosmogeofisica, Torino, Italie	chercheur
Manfrin M.	10-11/2002	20	Dept. of General Physics, Univ. Torino, Italie	thesitif
Montabone L.	10-11/2002	6	Clarendon laboratory, Univ. Oxford, UK	postdoc
Smeed D.	10-11/2002	15	Southampton Oceanography Center, UK.	professeur
Dalziel S.B.	10-11/2002	9	DAMTP, Univ. of Cambridge, UK.	professeur
Lane-Serff G.	10-11/2002	14	Dept. of civil and construction engineering UMIST, Manchester, UK	professeur
Rabe B.	10-11/2002	35	Southampton Oceanography Center, UK	thésitif
Hunt J.C.R.	04-05/2003	4	Centre for polar observation and modeling, Londres, UK	professeur
Cresswell D.	04-05/2003	13	Centre for polar observation and modeling, Londres, UK	thésitif
Orr A.	04-05/2003	35	Centre for polar observation and modeling, Londres, UK	postdoc
Owinoh A.Z.	04-05/2003	14	Institute for Climate Impact Research, Postdam, Allemagne	posdoc
Johnson E.R.	10-11/2003	24	Dept. of Mathematics, University College, London, UK	professeur
Esler G.	10-11/2003	6	Dept. of Mathematics, University College, London, UK	'lecturer'
Rump O.	10-11/2003	41	Dept. of Mathematics, University College, London, UK	thésitif
Vilenski G.	10-11/2003	48	Dept. of Mathematics, University College, London, UK	chercheur
Ungarish M.	02/2003 02/2004	23	Dept. computer sciences, Technion, Haifa, Israel.	professeur
Hallworth M.	02/2003 02/2004	15	DAMTP, University of Cambridge, UK	professeur
Zemach T.	02/2003 02/2004	18	Dept. computer sciences, Technion, Haifa, Israel.	thésitif

## VISITEURS FRANCAIS

Stegner A.	11/2003	10	Laboratoire de Météorologie Dynamique, Ecole Normale Supérieure, Paris	CR1 CNRS
Perret G.	11/2003	10	Laboratoire de Météorologie Dynamique, Ecole Normale Supérieure, Paris	thesitif
Mitkin V.	11/2003	10	Inst. For problems in Mecahnics, Moscou, Russie	postdoc
Moisy F.	02-03/2005	15	Laboratoire FAST, Orsay	Maitre de conférences
Morize C.	02-03/2005	35	Laboratoire FAST, Orsay	thesitif

Dauxois T.	03-04/2005	20	Laboratoire de physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon	CR1 CNRS
Gostiaux L.	03-04/2005	35	Laboratoire de physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon	thesitif

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

L'activité principale de l'équipe est la modélisation expérimentale des écoulements océaniques ou atmosphériques à moyenne échelle, en présence ou non de stratification en densité et de topographie. Cette activité est centrée sur la grande plate-forme tournante, 13 m de diamètre (la plus grande au monde). Celle-ci fut construite en 1960 pour modéliser les courants de marée dans la Manche, puis réaménagée et instrumentée pour des études plus fondamentales. Nous avons réalisé début 2002 une extension du bâtiment par une aire de stockage facilitant la manipulation des dispositifs expérimentaux. Nous avons ensuite, début 2003, complètement renouvelé le support d'instrumentation, en s'affranchissant du pivot central, libérant toute la surface de la cuve pour les expériences.

Les études portent plus particulièrement sur les ondes internes de gravité, la convection, les courants de gravité, les couches limites, les effets de topographie, la turbulence géostrophique et la formation de tourbillons organisés. Les grandes dimensions permettent d'approcher les régimes inertiels qui caractérisent la dynamique des milieux naturels, avec une faible influence de la viscosité et de la force centrifuge. Les expériences de laboratoire permettent ainsi de tester les modèles de dynamique océanique et de développer leurs paramétrisations physiques. Ces expériences doivent ainsi s'intégrer dans des projets scientifiques plus globaux. Un programme de collaborations internationales et nationales a été mis en place pour une utilisation scientifique optimale de cette installation.

Au niveau Européen, l'installation a bénéficié, de 1992 à 2004, d'un contrat finançant l'accès d'équipe extérieures sur des projets sélectionnés par un comité scientifique, voir la liste des projets sur [http://www.coriolis-legi.org/Grand\\_Instrument-en.htm](http://www.coriolis-legi.org/Grand_Instrument-en.htm). Le 6eme PCRD Européen encourage le regroupement des infrastructures expérimentales en 'projets intégrés' qui fédèrent les installations dans un domaine scientifique donné. Nous avons ainsi été amené à nous intégrer en 2003 à un projet commun aux grandes infrastructures hydrauliques, Hydralab III. Ce projet n'avait pas été retenu en 2003. En 2005, nous avons soumis avec l'équipe Houle un projet mieux structuré, qui vient d'être élogieusement évalué et accepté. Pour soutenir ce nouveau projet, nous avons pris la responsabilité de toute la contribution Française, qui intègre la plate-forme Coriolis et le canal stratifié du CNRM à Toulouse dans une 'infrastructure de modélisation physique de l'atmosphère et de l'océan du CNRS'. Le nouveau projet inclut également un développement d'instrumentation sur les problèmes de transport solide et lits sédimentaires mobiles, proposé en collaboration avec l'équipe 'Houle' du LEGI.

Des collaborations avec des équipes françaises ont été également développées, ainsi qu'avec des équipes aux U.S.A., où un projet vient d'être accepté par la National Science Foundation

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### Développement de la PIV

L'équipe a proposé et coordonné un contrat de Recherche Technologique Européen (RTD) sur l'adaptation de la PIV pour les grandes installations hydrauliques, et le développement de la PIV 3D en volume. Dans cette technique, les champs de vitesse sont obtenus par corrélation entre paires d'images 3D, reconstituées à partir de coupes obtenues par balayage d'une tranche laser. Ce contrat, 'Hydriv' (2001-2003), apportant un financement total de 800 000 euros, groupait au total 3 partenaires Européens.

Nous continuons à développer les techniques de PIV en fonction des expériences réalisées. L'estimation in-situ des erreurs de mesure a fait l'objet d'études approfondies. L'ensemble des

logiciels de corrélation d'images, avec interface graphique et traitement statistique des données est diffusé sous licence GPL, et librement accessible sur <http://www.civproject.org/download.htm>.

### **Assimilation de données et banc d'essai d'océanographie opérationnelle**

Un modèle dynamique d'océanographie (MICOM), avec un module d'assimilation de données de l'équipe MEOM (SESAM) a été adapté aux conditions de la cuve tournante, sur des problèmes de dynamique tourbillonnaire. Il est ainsi possible de tester en détail par rapport aux expériences la validité du modèle dynamique. Il est possible aussi de tester différentes stratégies d'assimilation de données (choix des types de mesure, résolution en espace et en temps...). Tout ceci apporte une possibilité de test des programmes d'océanographie opérationnelle, destinés à prédire l'état de la mer de façon analogue à la prévision météorologique.

Nous avons initié une telle approche dans le cas de l'instabilité de tourbillons baroclines [Galmiche et al. 2005]. Ceci a été réalisé par un postdoc, M. Galmiche, financé par un contrat EPSHOM. Un excellent 'guidage' du modèle par les mesures a pu être obtenu. Puis, en cessant l'assimilation à un certain stade de l'évolution nous avons pu vérifier que le modèle rendait bien compte quantitativement de la croissance de l'instabilité, mais surestimait un peu la vitesse de rupture finale des tourbillons. Nous avons attribué ce défaut à l'hypothèse d'équilibre hydrostatique vertical utilisée dans le modèle. Ce travail montre la possibilité d'analyser en détail le désaccord entre modèle et expérience lors de processus instationnaires.

Par ailleurs, il a été possible de restituer le champ de vitesse de la couche inférieure à partir de la seule mesure de la couche supérieure. Ceci simule la restitution des écoulements océaniques profonds à partir de données satellitaires de surface.

### **Turbulence de grille**

La turbulence stratifiée homogène (mais anisotrope) produite par une grille a été étudiée dans un cas de forte stratification en densité (plus petit nombre de Froude). Le mouvement est alors essentiellement horizontal. En l'absence de rotation, la loi de déclin de l'énergie turbulente est cependant remarquablement similaire à celle d'une turbulence isotrope tridimensionnelle. Les mesures par PIV fournissent les champs de vitesse dans le volume, et la dissipation d'énergie a pu être directement mesurée à partir du champ de cisaillement. Elle est en accord avec le déclin d'énergie mesuré. En présence de rotation, la dissipation d'énergie cesse, en accord avec le modèle quasi-géostrophique de Charney. Ceci est la première mise en évidence expérimentale de ce régime, correspondant à la limite où se combinent forte rotation et forte stratification.

Plus récemment (2005) une expérience de turbulence de grille en rotation pure a été réalisée en collaboration avec F. Moisy et son étudiant en thèse C. Morize. Contrairement au cas précédent, la grille produit initialement une turbulence quasi-isotrope et la transition vers une structure 2D est étudiée. Une vitesse verticale à petite échelle persiste de façon remarquable même dans le régime final 2D.

### **Dynamique tourbillonnaire**

La dynamique tourbillonnaire a fait l'objet de nombreuses études. L'instabilité barocline des tourbillons dans un système stratifié à deux couches a servi d'expérience de référence pour les études d'assimilation de données expérimentales [Thivolle-Cazat et al. J. Fluid Mech. 2005]. Des processus de rupture de tourbillons associés au phénomène de coalescence ont été mis en évidence pour un milieu continûment stratifié (thèse Benjamin Cariteau, soutenu 6/7/2005, publications en préparation). Le problème des instabilités de courants côtiers, étudié de longue date dans l'équipe, a été clarifié. Nous avons notamment mis en évidence le rôle clé de la couche limite latérale, en couplage avec l'instabilité barocline (thèse de E. Thivolle-Cazat, publication en préparation).

La formation de fronts et vortex intenses par le processus d'instabilité barocline a été étudié dans le cadre d'un projet d'ACI CATNAT (Fronts instable et cyclones intenses) piloté par J. B. Flor. Le front qui se forme pendant la mise en rotation à partir de repos d'un fluide stratifié en cuve cylindrique (grand rapport d'aspect) a été étudié et les différents régimes d'instabilité mise en

évidence (Flor, Bush, Ungarish, Geoph & Astrophysical Fluid Dyn, 2004). Ces études sont continuées dans une cuve annulaire plus grande, nous permettant d'explorer l'émission d'ondes inertie-gravité en interaction avec le front et le déclenchement des vortex intenses. Finalement, l'interaction entre un tourbillon et une onde d'inertie-gravité a été étudiée.

### **Ondes internes et sillages en fluides stratifiés**

Plusieurs études d'ondes internes de gravité ont été réalisées sur la plate-forme Coriolis, sous l'impulsion de visiteurs. Un projet proposé par J.C.R. Hunt a ainsi permis de confirmer expérimentalement sa prédiction théorique d'un phénomène d'accélération locale du vent près d'une zone de friction de topographie, sous l'effet de la force de Coriolis [Orr et al., Weather 2005]. Cet effet expliquerait notamment une surintensité locale de vents observée sur la Manche près de la côte Anglaise. Un autre effet de topographie a été observé lors de ces expériences, pouvant expliquer des anomalies locales de réchauffement climatique mesurées autour de la Péninsule Antarctique [Orr et al. Geophys. Res. Letters 2004]. Par ailleurs, le sillage d'un canyon sous-marin a été étudié, mettant en évidence un phénomène de remontée d'eau profonde [Boyer et al. J. Phys. Ocean 2005]. L'onde de sillage d'une montagne en présence d'un courant établi a été également étudiée et comparée à un modèle théorique de type eau peu profonde [Johnson et al. Proc. Roy. Soc. 2005].

Enfin, sous la responsabilité de T. Dauxois, qui poursuit des études sur les ondes internes à l'ENS Lyon, nous avons réalisé en 2005 une expérience de réflexion d'ondes internes sur un plan incliné, dont l'inclinaison est proche de l'angle critique pour lequel la longueur d'onde de l'onde réfléchie tend vers 0. Ce projet a bénéficié d'un soutien du programme PATOM de l'INSU.

### **Courants de gravité**

Il s'agit d'étudier sur la plate-forme Coriolis le processus de descente d'eau polaire dense vers le fond de l'océan, tel qu'il se produit au large du Groenland dans le Détroit du Danemark. Ceci est un processus clé de la circulation océanique, car le mélange turbulent produit y contrôle la profondeur de stabilisation, et par conséquent le profil global de densité de l'océan. Le sujet avait été suggéré par B. Barnier, de l'équipe MEOM, en raison des difficultés que pose la représentation de ce phénomène dans la modélisation globale de l'océan.

Nous avons pu mettre en évidence une loi de similarité pour ce panache turbulent, permettant de représenter la densité, la largeur, l'épaisseur et la position d'équilibre du courant par des relations simples, extrapolables au cas océanique. Par ailleurs un mécanisme de formation de tourbillons colonnaires a été mis en évidence. Ce travail, soutenu par un contrat EPSHOM et par le programme PATOM de l'INSU, constitue le sujet de thèse de S. Décamp, en cours d'achèvement. Ce travail expérimental sert de support à des études numériques réalisées par A. Wirth, recruté en 2005 comme CR1.

### **Mise en rotation et couches limites turbulentes**

Les couches limites turbulentes jouent un rôle essentiel pour la dynamique de l'atmosphère et de l'océan. Ainsi la friction due à la couche limite de fond est une question importante pour la dynamique des courants de gravité, ainsi que pour différents processus océaniques en région côtière. La dynamique du noyau terrestre fait intervenir différents types de couches limites en rotation. Les problèmes de dissipation d'énergie dans les écoulements cisailés en rotation sont également au cœur de controverses sur la dynamique des disques proto-planétaires.

Les expériences en cuve tournante peuvent apporter des éléments d'information sur ces sujets. Dans les cuves de taille habituelle, ces couches limites restent cependant laminaires, tandis que la plate-forme Coriolis permet d'étudier le régime turbulent. La configuration la plus simple consiste à remplir d'eau la cuve nue, la mettre en rotation puis changer sa vitesse, créant ainsi un mouvement circulaire par l'inertie du fluide. Nous avons ainsi pu atteindre la loi de friction quadratique typique du régime pleinement turbulent, et l'avons trouvé en bon accord avec le modèle classique utilisé pour l'atmosphère neutre. Des mesures locales de transport ont pu être réalisées dans cette

couche limite par PIV [Ferrero et al., Il Nuovo Cimento 2005]. Les couches limites latérales font également l'objet d'études actuelles.

De nombreux effets nouveaux sont attendus dans le cas stratifié en densité, et ce sera un de nos axes d'étude pour les prochaines années. Une thèse débute en 2005 sur le sujet, en co-encadrement avec l'université de Turin. Ce travail s'appuiera sur les travaux déjà réalisés dans le cas stratifié par J. B Flor (Flor, Bush et Ungarish, Geoph et Astr. Fluid Dyn. 2004).

### ▶ MÉTHODES, OUTILS

Grande plate-forme tournante, 13 m de diamètre, système de remplissage avec stratification en densité par salinité.

Système de PIV à deux et trois dimensions : laser continu (Argon) et système de tranche laser avec balayage en volume, cameras haute résolution et logiciel de vélocimétrie par traitement d'images. Un nouveau laser (Yag continu pompé par diode) est en cours d'acquisition.

Modèle numérique avec assimilation de données.

### ▶ PERSPECTIVES

Nous prévoyons de concentrer l'activité expérimentale sur quelques processus importants pour la dynamique des milieux naturels, en y associant plus systématiquement la modélisation numérique et l'analyse théorique. Cette intégration entre modèles numériques et 'modèles physiques' est au cœur du programme Hydralab III récemment accepté par la communauté Européenne. De tels projets doivent conduire à des bases de données expérimentales de référence, utilisables au delà des publications scientifiques immédiates. Les outils nécessaires (PIV à 2D et 3D, système de documentation des données, assimilation de données) ont été mis en place, ainsi que les collaborations scientifiques. Le lien avec la modélisation océanique a été initié avec l'équipe MEOM, et son développement doit être favorisé par les recrutements récents dans cette équipe. Nous espérons que notre association avec Météo-France dans le projet Hydralab III permette de relier nos études à la modélisation de l'atmosphère à petite échelle. Le développement de liens avec les études menées au LEGI sur le transport des polluants atmosphériques serait également souhaitable.

#### **Turbulence avec rotation et stratification**

Les études fondamentales de turbulence de grille en rotation, avec ou sans stratification, seront poursuivies, dans la suite du travail de thèse de O. Praud. Nous comptons pour cela nous appuyer sur les collaborations actuelles avec le FAST (F. Moisy) et avec l'ENS Lyon (J.F. Pinton et A. Arneodo). Projet d'ANR de Moisy (à confirmer). Les équipements prévus en camera rapide et système de traitement informatique nous permettront une analyse 3D complète des champs de vitesse turbulent. Ceci n'a jamais été réalisé, et présente un fort intérêt, même en l'absence d'effets de rotation ou stratification.

Les études de turbulence cisailée seront développées dans différents contextes. Le forçage d'un fluide stratifié par un cisaillement vertical à grande échelle conduit à l'instabilité barocline. La formation par ce processus d'une turbulence géostrophique développée, avec production de front et vortex intenses, est un sujet d'actualité pour la dynamique atmosphérique. Ce type de turbulence forcée en régime permanent est tout à fait adapté au développement des méthodes d'assimilation de données et pourrait permettre d'aborder expérimentalement les problèmes de prédictibilité.

La turbulence produite à petite échelle par un cisaillement vertical intense intervient dans les courants de gravité, ainsi que dans les couches limites. L'analyse de la turbulence dans ces différents contextes permettra de mieux comprendre les résultats plus globaux déjà obtenus, et d'en déduire des paramétrisations adaptées aux milieux naturels. Les études de couches limites bénéficieront d'une collaboration avec des équipes américaines, dans le cadre d'un contrat NSF.

La turbulence produite par un cisaillement horizontal fera également l'objet d'études approfondies. Il est tout d'abord prévu de déterminer dans quelles conditions une telle turbulence est générée, en fonction du rapport rotation/cisaillement. Ceci est un sujet de controverse en relation avec la compréhension des sources de turbulence dans les disques proto-planétaires. Ce sujet intéresse directement une équipe de l'Institut d'Astrophysique de Grenoble (P.Y.Longaretti), et nous comptons collaborer sur ce sujet. Les problèmes de couches limites en rotation dans différentes configurations intéressent également l'équipe 'Géodynamo' du LGIT avec qui nous avons de nombreux contacts.

### **Ondes internes d'inertie-gravité**

Nous avons plusieurs projets sur la génération d'ondes d'inertie-gravité et leur déferlement. La plate-forme Coriolis est le seul instrument qui permette d'étudier ce type de phénomène en limitant les effets de viscosité ou de confinement géométrique. Les projets de collaboration sur ce sujet, entre les équipes du LEGI concernées, l'ENS Lyon (T. Dauxois) et le CNRM (O. Eiff) ont été structurées en un projet accepté à l'ANR (programme non thématique) : 'Topographie et ondes de gravité internes dans l'atmosphère et l'océan (TOPOGI-3D)' (coordinateur C. Staquet). Nos collaborations Européennes sur ce sujet seront également développées.

Il s'agit d'étudier, en étroite liaison expérience-théorie-modélisation numérique, la génération d'ondes internes (marée barocline) sur le talus continental, et leur propagation/dissipation. Les processus de déferlement et turbulence induits peuvent jouer un rôle important pour le mélange vertical de l'océan et la génération de courants côtiers. Par rapport aux études précédentes sur le sujet, la nouveauté principale est dans la prise en compte systématique des effets 3D, aussi bien au niveau des mesures expérimentales par PIV 3D, qu'au niveau des simulations numériques et des approches théoriques développées.

### **Modélisation statistique de la turbulence**

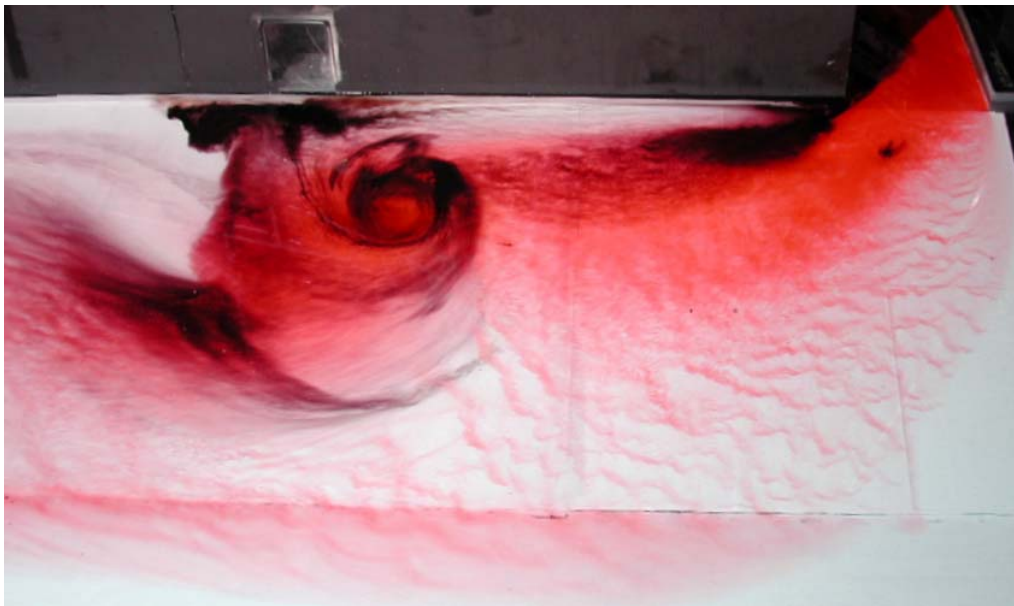
La mécanique statistique de la vorticité permet de comprendre la tendance générale de la turbulence 2D ou géostrophique à produire des jets ou tourbillons cohérents. Dans une version hors d'équilibre, cela permet de proposer des modèles de transport turbulent consistant avec ces propriétés d'organisation. La généralisation de la théorie au système d'eau peu profonde [Chavanis and Sommeria, Phys. Rev. E 2002] ouvre la voie pour l'application à des modèles réalistes d'océan. Dans le cadre d'une thèse débutant en 2005 (A. Venaille), il est prévu d'explorer l'extension de cette approche théorique au problème du mélange de densité en fluide stratifié. Ceci sera réalisé en collaboration avec l'Institut Non-Linéaire de Nice. Un projet de contrat jeune chercheur ANR, 'STATOCEAN', a été soumis dans ce sens. sur le sujet, en collaboration avec plusieurs collègues.

Cette approche de mécanique statistique apporte par ailleurs un éclairage nouveau sur le problème de pr discibilit . Suivant Lorenz, il est souvent admis que les erreurs de prédiction d'un système non-linéaire comme l'atmosphère croissent exponentiellement avec le temps. Cependant les résultats concrets de prévision météorologique semblent plutôt indiquer une croissance linéaire. Ceci peut-être d  à des erreurs systématiques des modèles. La mécanique statistique nous apprend cependant que le désordre d'un système à très grand nombre de degrés de libertés conduit à une organisation quasi-déterministe de l'état macroscopique. Ainsi le système atmosphérique tendrait à s'organiser en grandes structures très prédictibles, comme l'a montré récemment R. Robert sur un modèle simple. Les expériences de laboratoire, munies du système d'assimilation de données, devraient nous permettre de trancher ce type de question sur un écoulement plus réaliste, autrement dit de tester expérimentalement l'effet 'Papillon'.

Enfin, cette approche de mécanique statistique pourra être appliquée au problème de la turbulence MHD à grand nombre de Reynolds magnétique étudié par F. Plunian. Ce dernier considère également une turbulence 2D ou géostrophique, l'objectif étant cette fois de comprendre l'organisation en grandes structures du champ magnétique généré par l'écoulement.

## ► INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

- Collaboration et contrats de recherche avec l'EPSHOM sur la mise au point du banc d'essai d'océanographie opérationnelle.
- Participation à un programme de l'INSU (PATOM), collaborations avec le CNRM, à propos du canal stratifié et de la technique PIV (O. Eiff) et le laboratoire Master à Bordeaux, sur la turbulence en eau peu profonde (N. Bonneton). Participation au GDR 'Turbulence' et au PPF 'dynamique des systèmes complexes de l'UJF'.
- Contrat européen de Grande Infrastructure, permettant d'établir un réseau de collaborations européennes. (→ 2004 puis 2006-2009)
- Collaboration plus particulière avec l'université de Turin (co-tutelle de thèse).
- Collaborations également avec les USA (visite de Boyer, contrat NSF) et le Mexique (visite de E. Pavia, bourse MRT).



*Courant de gravité sur une pente (longueur 2m) en rotation, produisant un tourbillon par instabilité*



*Sillage derrière un obstacle circulaire ( $\varnothing$  1m) dans une couche stratifiée tournante. La différence d'organisation entre la zone cyclonique (droite) et la zone anticyclonique (gauche) est bien visible*

## ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

CHENG H.K., FINCHAM A., MAXWORTHY T. (2001) Sonic boom penetration under a wavy air-water interface. *The Journal of the Acoustical Society of America* . , vol. 110, n. 5, pp. 2665-.

ROCHE P-E., CASTAING B., CHABAUD B., HEBRAL B., SOMMERIA J. (2001) Side wall effects in Rayleigh-Bénard experiments. *The European physical journal. B, Condensed matter physics.* ISSN : 1434-6028. , vol. 24, pp. 405-408.

SOMMERIA J. (2001) Unweaving the whirls. *Nature.* ISSN : 0028-0836. , vol. 413, pp. 575-.

SOMMERIA J. (2002) "Avis de tempête sur Jupiter". *L'Astronomie.* ISSN : 0004-6302. , vol. 116, pp. 138-148.

POTHERAT A., SOMMERIA J., MOREAU R. (2002) Effective boundary conditions for magnetohydrodynamic flows with thin Hartmann layers. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 14, pp. 403-.

BOUCHET F., SOMMERIA J. (2002) Emergence of intense jets and Jupiter Great Red Spot as maximum entropy structures. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 464, pp. 165-207.

CHAVANIS P-H., SOMMERIA J. (2002) Statistical mechanics of the shallow water system. *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics.* ISSN : 1063-651X. , vol. 65, n. 2.

PIERINI S., FINCHAM A., RENOARD D., D'AMBROSIO M-R., DIDELLE H. (2002) Laboratory modeling of topographic Rossby normal modes. *Dynamics of atmospheres and oceans.* ISSN : 0377-0265. , vol. 644, pp. 1-21.

SERRA N., SADOUX S., AMBAR I., RENOARD D. (2002) Observation and laboratory modeling of meddy generation at Cape St Vincent. *Journal of physical oceanography.* ISSN : 0022-3670. , vol. 32, n. 1, pp. 3-25.

LONGHETTO A., MONTABONE L., PROVENZALE A., DIDELLE H., GIRAUD C., BERTONI D., FORZA R. (2002) Coherent vortices in rotating flows : a laboratory view. *Il Nuovo cimento. C.* ISSN : 0390-5551. , vol. 25, n. 2, pp. 233-249.

GIRAUD C., LONGHETTO A., DIDELLE H., FERRERO E., BRIATORE L., CHABERT D'HIERES G., GLEIZON P. (2002) A laboratory simulation of mesoscale flow interaction with the Alps. *Dynamics of atmospheres and oceans.* ISSN : 0377-0265. , vol. 35, pp. 1-25.

RUBINO A., BRANDT P. (2003) Warm core eddies studied by laboratory experiments and numerical modeling. *Journal of physical oceanography.* ISSN : 0022-3670. , vol. 33, pp. 431-435.

GALMICHE M., SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., VERRON J. (2003) Using data assimilation in Laboratory experiments of geophysical flows. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série II. Mécanique, physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre.* ISSN : 0764-4450. , vol. 331/12, pp. 843-848.

READ P.L., YAMASAKI Y.H., LEWIS S.R., WILLIAMS P.D., MIKI-YAMAZAKI K., SOMMERIA J., DIDELLE H., FINCHAM A. (2004) Jupiter's and Saturn's convectively driven banded jets in the laboratory. *Geophysical research letters.* ISSN : 0094-8276. , vol. 31, L22701, doi:10.1029/2004GL020106.

ORR A., CRESSWELL D., MARSHALL G.J., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., WANG C.G., LIGHT M. (2004) A "low level" explanation for the recent large warming trend over the western Antarctic Peninsula involving blocked winds and changes in zonal circulation. *Geophysical research letters.* ISSN : 0094-8276. , vol. 31, L06204, doi:10.1029/2003GL019160.

SOUS D., BONNETON N., SOMMERIA J. (2004) Turbulent vortex dipoles in a shallow water layer. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 16, pp. 2886-2898.



BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J., LE CANN B., KOUDELLA C.R. (2004) Intermittency of vertical density gradients at finescale and link with mixing processes. Deep-sea research. Part II. Topical studies in oceanography. ISSN : 0967-0645. , vol. 51, n. Issues 25-26, pp. 2919-2941.

PRAUD O., SOMMERIA J., FINCHAM A. (2005) Decaying grid turbulence in a strongly stratified fluid. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. , vol. 522, pp. 1-33.

SOUS D., BONNETON N., SOMMERIA J. (2005) Transition from deep to shallow water layer: formation of vortex dipoles. European journal of mechanics. B. Fluids. ISSN : 0997-7546. , vol. 24, pp. 19-32.

POTHERAT A., SOMMERIA J., MOREAU R. (2005) Numerical simulation of an effective 2D model for flows with transverse magnetic field. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120, vol. 534, 115-143.

FERRERO E., LONGHETTO A., MONTABONE L., MORTARINI L., MANFRIN M., SOMMERIA J., DIDELLE H., GIRAUD C., RIZZA U. (2005) Physical simulations of neutral boundary layer in rotating tank. Il Nuovo cimento. C. ISSN : 0390-5551, vol 28, 1-17.

ORR A., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., CAPON D.J., CRESSWELL D., OWINOH A. (2005) Coriolis effects on wind jets and cloudiness along coasts. Weather. ISSN : 0043-1656, vol 60, 291-299.

PRAUD O., FINCHAM A. (2005) The structure and dynamics of stratified dipolar vortices. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120, vol. 544, 1-22.

THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J., GALMICHE M. (2005) Baroclinic instability of two-layer vortices in laboratory experiments. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120, vol. 544, 69-97.

#### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAITRE OU SOUMISES

PRAUD O., SOMMERIA J., FINCHAM A.(2005) Decaying grid turbulence in a rotating stratified fluid. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

JOHNSON E.R., ESLER J.G., RUMP O.J., SOMMERIA J., VILENSKI G.G. (2005) Orographically generated nonlinear waves in rotating and nonrotating two-layer flow. Proceedings of the Royal Society, A.

BOYER D.L., SOMMERIA J., MITROVIC A.S., SMIRNOV S., HAIDVOGUEL D.B., ETLING D. (2005) The effects of boundary turbulence on canyon flows forced by periodic, along-shelf currents. Journal of physical oceanography. ISSN : 0022-3670.

#### ▶ OUVRAGES (2001 – 2005)

SOMMERIA J., DAVIS P. (2004) The fluid dynamics of coastal seas, closed basins and lakes. Surveys in Geophysics, 25, 3-4.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

SOMMERIA J. (2002) Two-dimensional turbulence. New trends in turbulence (Les Houches 2000). Edited by M. Lesieur, A. Yaglom et F. David (EDP/Springer)

FERRERO E., LONGHETTO A., MANFRIN M., MONTABONE L., MORTARINI L. , DIDELLE H., SOMMERIA J., GIRAUD C., BERTONI D., FORZA R. (2003) Physical simulation of atmospheric flow and turbulence. Physmod2003 : International Workshop on Physical Modelling of Flow and Dispersion Phenomena, 3 - 5 September 2003, Prato, Italy. In : Proceedings, Firenze University Press 143.

THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J. (2004) An experimental investigation of a boundary current instability. In : Shallow flows. Eds. : Blakema Publishers, Rotterdam, edited by Jirka G. and Uijttewaals W.

BOYER D., SRDIC A.N., SMIRNOV S.A., HAIDVOGEL D.B , SOMMERIA J. (2004) Aspect of oscillatory along-shelf flow in the vicinity of an isolated submarine canyon. In : Shallow flows. Eds. : Blakema Publishers, Rotterdam, edited by Jirka G. and Uijttewaals W.

# EDT

## ÉCOULEMENTS DIPHASIQUES ET TURBULENCES

### MEMBRES PERMANENTS

Baudet C.	PR2 UJF Chef d'équipe
Cartellier A.	DR2 CNRS
Bourgoin M.	CR2 CNRS
Gagne Y.	PR1 UJF
Hopfinger E.	DR0 Eméritat CNRS
Lespinard G.	PRCE INPG, Eméritat
Lismonde B.	MCF UJF
Matas J.P.	MCF UJF
Séchet P.	MCF INPG
Thibault J.P.	CR1 CNRS, 50%

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Chevillard L.	Post-doctorant	CNRS	10/04 – 09/05
Puthanveetil B.	Post-doctorant	CNES	04/05 – 07/05
Baumbach V.	Post doctorant	CNES	06/03 – 06/04
Coutier-Delgosha O.	ATER	INPG	10/03 – 09/04
Mena P.	Visiteur	Univ.Porto	10/04 – 12/04
Candelier F.	ATER	INPG	09/05 – 08/06

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Andreotti M.	CAPES Brésil	Sept. 04
Ben Rayana F.	MENESR	Oct. 03
Bourrilhon T.	CIFRE Siemens	Oct. 04
Karrabi M.	SFERE	Mai 05
Mazellier N.	MENESR	Oct. 03
Qureshi M.	MENESR	Sept. 05
Huerta M.	Bourse Chili	Sept. 05

#### Thèses externes en cours

Lalo M.	DGA	Oct. 03 – ONERA DMAE Toulouse
---------	-----	-------------------------------

#### Thèses soutenues

Gervais P.	AMN	Mai 05
Royon Lebeaud A.	BDI CNES	Mars 05
Poulain C.	MENESR	Sept. 03
Hong M.	Excellence EIFFEL	Mars 03
Bordas M.L.	CIFRE IFP	Déc. 02
Crispel S.	MENESR	Mai 02

#### Thèses externes soutenues

Etienne J.	MENESR	Sept. 04 - LMC
Clément M.	MENESR	Sept. 02 - CEMAGREF

### STAGIAIRES

Rohr F.	IUT Génie Mécanique et Productique	12/09/05 - 17/02/06
Mack C.	IUT Génie Mécanique et Productique	27/09/04 - 25/02/05
Besnier P.	ENSIAME 1ère année	05/09/05 - 20/01/06
Amblard F.	Master 2 Pro. Modélisation Simulation, UJF	15/03/05 - 15/09/05
Bissey E.	Maitrise MAI, UJF	11/04/05 - 01/08/05
Courade N.	ENSTA 2ème année	02/05/05 - 02/07/05
Escoffier A.	IUT Génie Thermique	11/04/05 - 17/06/05
Herman M.	EFPG PFE	31/01/05 - 24/06/05
Laisne S.	L3 Mécanique, UJF	11/04/05 - 01/07/05
Zanina M.	Master 1 Mécanique, UJF	02/05/05 - 17/06/05
Antheaume S.	ENSHMG 2ème année	14/06/04 - 20/09/04
Costa A.	Master1 physique, UJF	22/03/04 - 30/06/04
Daudignon G.	ENSEEG 2ème année	03/05/04 - 31/07/04
Mahe Frédéric	Magistère Mécanique, UJF	19/04/04 - 19/07/04
Maneville D.	ENSHMG 2ème année	21/06/04 - 27/08/04
Metral B.	ENTPE PFE	01/04/04 - 30/06/04
Michaux P.	Master 1 Mécanique, UJF	17/05/04 - 23/07/04
Minard F.	Master 1 Physique, UJF	22/03/04 - 30/06/04
Moussounda M.	Master 1 Mécanique, UJF	19/04/04 - 07/06/04
Matlack V.	Stagiaire (PFE), Université Gdansk	01/02/04 - 30/09/04
Paswan R.	Indian Institute of Technology	01/06/04 - 31/07/04
Mercier G.	IUT Génie Thermique	13/04/04 - 18/06/04
Hager J.	IUT Génie Mécanique et Productique	02/12/02 - 28/02/03
Eneman A.	Maitrise Physique, UJF	24/03/03 - 30/06/03

### DEA, DRT

Anthony P.	04	Méca. fluides, Paris6
Ben Rayana F.	03	Energétique
Georgin E.	03	Energétique
Ho X.T.	02	MFT
Mazellier N.	02	MFT
Bourrilhon T.	03	DRT

Ragot S.	Stagiaire Maîtrise IUP GSI, UJF	01/04/03 - 30/09/03
Pithoud C.	Maitrise IUP GSI, UJF	03/02/03 - 13/06/03
Minard F.	Licence Physique	01/06/03 - 31/07/03
Azib M.	IUT Génie Thermique	08/04/02 - 15/06/02
Romero I.	UPC Barcelone	01/02/02 - 31/07/02
Bourrilhon T.	ENSHMG PFE	04/03/02 - 10/09/02
Boyer M.	Licence IUP Génie des Systèmes industriels, UJF	03/06/02 - 31/07/02
Mazellier N.	ENSHMG PFE	04/03/02 - 28/06/02
Freyne S.	IUT Génie Thermique	10/04/02 - 21/06/02
Biet D.	Maîtrise de Mécanique, UJF	15/04/02 - 15/06/02

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

La nouvelle équipe "Écoulements Diphasiques et Turbulences", constituée à la fin de l'année 2003, résulte de la fusion de l'équipe "Écoulements Diphasiques" et d'une partie de l'équipe "THEO". Début 2005, Ch. Baudet a pris la suite d'A. Cartellier en tant que responsable de cette équipe. L'objectif principal de cette réorganisation thématique est le partage de compétences en matière d'instrumentation et de modélisation des phénomènes de structuration et de mélange dans les écoulements dispersés et dans les écoulements turbulents monophasiques. Ces classes d'écoulements ont en commun de présenter un fort désordre spatial et temporel pour lesquels il est nécessaire d'avoir recours à des descriptions et des méthodes d'analyse statistiques. La méthodologie repose sur la confrontation entre les estimations statistiques déduites de mesures expérimentales ou de modèles physiques (approche moyennée), et des modélisations stochastiques de mécanismes élémentaires (par exemple équation de Langevin). L'équipe EDT se concentre principalement sur des systèmes modèles (comportant un nombre restreint de paramètres de contrôle) avec en particulier l'étude des propriétés statistiques de la turbulence homogène développée et des écoulements dispersés (lien entre micro-structuration et comportement moyen). L'équipe développe parallèlement des instruments (sondes optiques, corrélation acoustique dynamique) et des outils d'analyse spécifiques (suivi Lagrangien). Ainsi, grâce au recrutement de Mickaël Bourgoïn (CR2 CNRS) en fin 2004, les techniques de mesure Lagrangienne seront étendues à l'étude de la dynamique d'écoulements dispersés turbulents chargés. L'équipe est aussi investie sur diverses situations impliquant des instabilités interfaciales avec notamment des études sur l'atomisation assistée, la production de jet de brouillard par forte détente, le ballottement des ergols dans les réservoirs. Ce thème vient d'être renforcé avec l'arrivée de Jean-Philippe Matas en 2005 (MC UJF). Le panorama des actions de recherches de l'équipe EDT est donc le suivant :

- ⇒ **Écoulements diphasiques dispersés avec différents contrastes de densité**
- ⇒ **Propriétés statistiques de la turbulence développée**
- ⇒ **Instabilités d'interfaces, atomisation et formation d'inclusions**

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### Écoulements diphasiques dispersés

Nous nous intéressons aux mécanismes pilotant la structuration des écoulements dispersés dans diverses situations allant d'écoulements à bulles en l'absence de turbulence au sein de la phase porteuse à des écoulements gazeux fortement turbulents et chargés d'inclusions denses (gouttes, particules solides).

### **Écoulements à bulles lents, à phase interstitielle inerte** (M. Andreotti, A. Cartellier, Ph. Séchet)

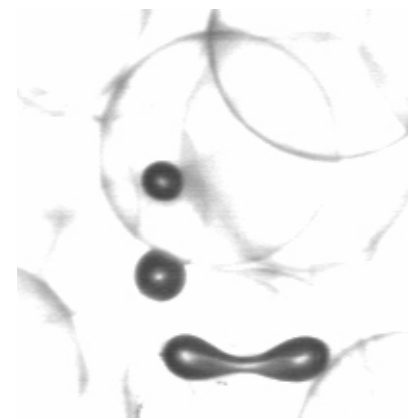
Ces écoulements, qui interviennent en génie chimique et biochimique, sont sujets à de forts couplages entre phases ce qui conduit à des comportements non triviaux. Ainsi, nous avons

analysé expérimentalement et prédit (CHISA 2002) les inhomogénéités de distributions des phases en écoulements co-courants descendants. En écoulements ascendants, nous avons démontré le rôle central de l'agitation induite (pseudo-turbulence) et de sa distribution - actuellement inconnue - au voisinage des parois (CHISA 2004) : des investigations dédiées seront ici requises pour progresser. Parallèlement, l'identification des lois d'échelles gouvernant l'agitation induite en conditions homogènes et pour des sillages laminaires (nombre de Reynolds particulière entre 1 et 100) a été poursuivie. Le déficit marqué de la distribution de paire à l'aval d'une bulle test, identifié en régime dilué - cf. PoF 13, 2001 - disparaît progressivement avec l'accroissement du taux de vide (ICMF 2004), et la loi d'échelle gouvernant l'agitation induite s'en trouve modifiée : l'origine de cette transition n'est pas élucidée. Pour identifier les mécanismes d'écrantages associés, des simulations simplifiées ont été menées sur la base du modèle hybride. Les premiers résultats sont encourageants (S. Crispel, thèse soutenue en 2002) mais ils nécessitent d'être complétés par la résolution directe de la densité de paire : ces travaux sont en cours (M. Andreotti - thèse démarrée en 2004, bourse CAPES Brésil).

#### **Dynamique d'écoulements dispersés à bulles en lits fixes** (A. Cartellier, Ph. Séchet)

L'investigation des écoulements à bulles au sein d'un massif poreux dont les interstices ont une taille inférieure à la longueur capillaire a fait l'objet de la thèse de M.-L. Bordas (soutenue en 2002, CIFRE-IFP). Un nouveau modèle unidimensionnel complété par des propositions de fermeture basées sur la dynamique à l'échelle d'une inclusion a été élaboré : ce modèle donne accès à la perte de pression et au taux de vide. Diverses expériences conduites au LEGI et à l'IFP en ont confirmé la validité (in *Poromechanics II* 2002). Nous avons, de plus, montré qu'à faible nombre capillaire, la granulométrie des inclusions de gaz est entièrement pilotée par la taille des interstices. Ce résultat pourrait être mis en défaut à fort taux de vide avec l'apparition de cheminements préférentiels et de coalescence. Cette question, qui conditionne l'élaboration d'un modèle prédictif du transfert de masse, est ouverte. Nous démarrons la mise en œuvre de simulations numériques par suivi d'interface afin de compléter nos expériences.

*Visualisation du mouvement d'inclusions de gaz (bulles d'air) dans un lit fixe. L'indice optique de la phase liquide et celui des grains solides sont ajustés à la même valeur pour assurer la transparence du milieu poreux.*



#### **Écoulements dispersés et mélange dans les biofiltres**

(M. Karrabi, Ph. Séchet, A. Cartellier)

Les acquis sur les lits fixes diphasiques ont permis d'imaginer un nouveau système de biofiltration compact. L'optimisation de ce procédé a démarré en 2003 au travers d'une ACI «Non-Pollution-Dépollution» impliquant le LEGI, le LTHE et le L3S. Les questions abordées concernent les couplages entre la structuration du biofilm et l'hydrodynamique, ainsi que l'influence de ces couplages sur les transferts de soluté et l'efficacité de dégradation. Les pilotes, après une phase de préparation (choix des bactéries, accrochage sur le substrat, instrumentation...), sont en cours d'exploitation par Ch. Morra (post-doctorant biologiste, recruté via l'ACI, rattaché au LTHE). Parallèlement, un modèle d'évolution de la perte de pression associée à la croissance de la biomasse a été élaboré et doit maintenant être testé. M. Karrabi (bourse Gv. Iranien) a démarré une thèse sur ce thème en avril 2005.

**Dynamique d'écoulements dispersés turbulents** (M. Qureshi, M. Bourgoïn, C. Baudet, Y. Gagne, A. Cartellier).

Ce nouvel axe de recherche s'appuie sur les compétences de la nouvelle équipe, et fait suite aux études menées en collaboration avec J. Lasheras de l'UCSD (JFM 2002). Ces travaux ont démontré l'existence de processus collectifs dans les écoulements turbulents chargés de particules denses. Ces processus se traduisent par la formation d'amas (ligaments allongés d'une largeur de 10-20 échelles de Kolmogorov) qui affectent la vitesse de chute (à hauteur de 40% de l'intensité turbulente) et la dispersion des particules. Afin de traduire ces mécanismes dans les modèles bi-fluides, un modèle phénoménologique a été proposé qu'il s'agit de valider. Pour cela, il faut accéder au temps de piégeage d'une particule dans ces amas, ce qui revient à évaluer la concentration vue par une particule le long de sa trajectoire. Cette mesure conditionnelle paraît accessible grâce aux progrès récents obtenus sur le suivi Lagrangien par instrumentation acoustique. Des développements novateurs en imagerie sont aussi requis (coll. Coriolis et PPF en préparation). M. Qureshi démarre un doctorant sur ce sujet (MENRT).

#### **Modélisation des Avalanches** (E. J. Hopfinger, M. Rastello, J. Etienne)

La modélisation des écoulements chargés du type avalanches comprend des expériences (réalisées au CEMAGREF), la modélisation mathématique utilisant des équations moyennées sur la profondeur de la coulée, ainsi que la simulation numérique directe, réalisée en collaboration avec le LMC de l'IMAG. Les questions principales posées portent sur les mécanismes d'entraînement de neige et sur l'effet non-Boussinesq sur le taux de croissance de l'avalanche. La comparaison directe d'avalanches de laboratoire et d'avalanches réelles (JFM, 2004) confirment l'importance de l'effet non-Boussinesq sur la forme de l'avalanche (thèse J. Etienne, 2004). Les modélisations seront affinées par des études paramétriques.

#### **Propriétés statistiques de la turbulence développée**

Nous nous intéressons principalement aux conséquences de l'intermittence, spatiale et temporelle, des champs de dissipation et de vortacité dans les écoulements de turbulence développée et homogène.

#### **Dynamique spatio-temporelle du champ de vortacité en turbulence développée** (N. Mazellier, C. Baudet & Y. Gagne)

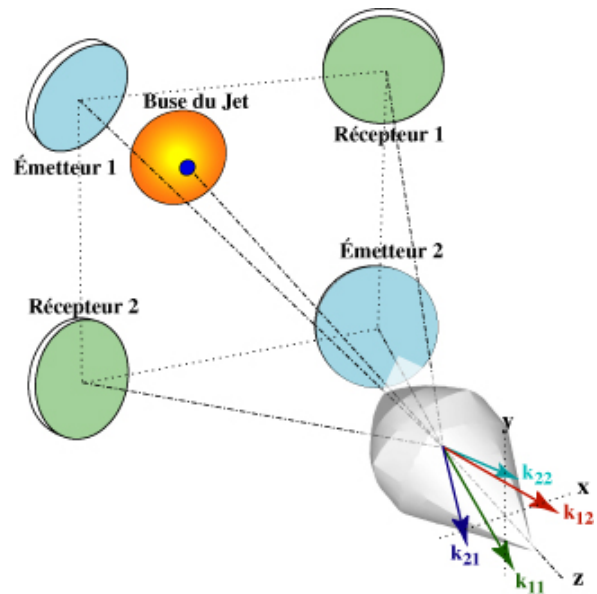
Les recherches dans ce domaine portent sur l'analyse fine des corrélations spatio-temporelles de la vortacité en turbulence développée. À la suite d'observations récentes (thèse de C. Poulain soutenue en 2003), une des questions actuelles porte sur la compréhension et la modélisation statistique du comportement des modes de Fourier spatiaux du champ de vortacité. Une telle modélisation devrait s'avérer utile dans les domaines de la Simulation des Grandes Échelles, du contrôle de la turbulence et de la dispersion d'inclusions. D'un point de vue expérimental, l'analyse spectrale du champ de vortacité, repose sur une technique originale de caractérisation de la turbulence, développée au LEGI et fondée sur la corrélation dynamique de champs de pression acoustique diffusés (PPF-UJF « plate-forme expérimentale de spectroscopie acoustique multi-échelles » 2003-2006). Au cours de l'année écoulée, nous avons également montré, comment l'évolution dans les échelles de la statistique des modes de Fourier, pouvait être interprétée en terme d'intermittence spatiale (soumis à PRL en juin 2005). Cette contribution est le fruit du travail post-doctoral de L. Chevillard au LEGI, financé par le CNRS.

#### **Statistique de la vitesse Lagrangienne en turbulence développée** (M. Bourgoïn, C. Baudet, Y. Gagne)

Au cours de ces trois dernières années, la technique de diffusion d'ondes acoustiques cohérentes a évolué vers une nouvelle méthode d'étude de la turbulence : la mesure Lagrangienne de vitesse. Le principe de cette caractérisation Lagrangienne, repose sur le suivi acoustique de particules isolées, matérialisant des particules de fluide. Les particules sont constituées de bulles de savon (~mm), gonflées par de l'Hélium pour ajuster avec précision leur densité à celle du fluide environnant et limiter ainsi les effets d'inertie. Nous avons montré qu'il était possible de suivre par diffusion acoustique (mesure de fréquence Doppler), les 3 composantes de la vitesse instantanée

de chaque particule dans un volume de grande dimension (~échelle intégrale). Ce dispositif a permis d'étudier de façon conjointe, les statistiques Eulériennes et Lagrangiennes du champ de vitesse d'un écoulement de jet turbulent. Nous avons aussi confirmé l'intermittence accrue des statistiques Lagrangiennes par rapport aux statistiques Eulériennes (P. Gervais - thèse soutenue en 2005). Une corrélation significative entre vitesses Lagrangienne et Eulérienne a été démontrée : son origine reste à expliquer. En 2006, cette activité bénéficiera d'un post-doctorant CNRS (obtenu au titre du GDR "Structure de la turbulence et mélange") dans le cadre d'une collaboration avec l'ENS-Lyon.

*Schéma de principe de la mesure par diffusion acoustique résolue en temps des 3 composantes de vitesse Lagrangienne dans un jet turbulent.*



### **Turbulence de couche limite atmosphérique** (Y. Gagne).

Dans le cadre de recherches sur les risques naturels en montagne, Y Gagne interagit avec l'équipe Alp Risk du CEMAGREF, en apportant une expertise sur une technique de mesure acoustique de vitesse de vent fonctionnant avec ou sans précipitation neigeuse. À terme, il est envisagé d'étudier l'intermittence de la couche limite atmosphérique.

### **Instabilités d'interfaces, atomisation et formation d'inclusions**

Les instabilités interfaciales sont souvent à l'origine de la formation d'inclusions qu'il s'agisse de gouttes ou de bulles. Elles jouent aussi un grand rôle dans les transferts interfaciaux. Les études menées sur ce thème sont principalement liées au secteur aéronautique et spatial, les enjeux portant sur la fiabilité des systèmes de propulsion et de stockage (allumage, réallumage...) ou encore sur la réduction des émissions polluantes.

### **Atomisation assistée de jets liquides** (F. Ben Rayana, A. Cartellier, E.J. Hopfinger, J-Ph. Matas)

Dans les moteurs-fusées et les turboréacteurs, l'atomisation du carburant liquide est le plus souvent assurée par un courant gazeux rapide dans une configuration type couche de mélange. Le jet liquide doit être atomisé en fines gouttelettes sur une faible distance en aval de l'injecteur. C'est un problème complexe (turbulence, phénomènes diphasiques, forte différence en densité), à paramètres multiples. Les études menées au LEGI (M. Hong thèse soutenue en 2003) et à San Diego (JFM 2003) ont permis de clarifier la façon dont l'instabilité primaire et l'instabilité secondaire conduisent à l'atomisation. Les travaux actuels menés dans le cadre d'INCA (Initiative en Combustion Avancée), visent à élaborer une stratégie de contrôle de la granulométrie. L'incidence de la géométrie (épaisseur de la plaque séparatrice, section de sortie du gaz...) sur l'instabilité a été analysée (F. Ben Rayana - thèse en cours). Le modèle d'instabilité secondaire de Rayleigh-Taylor contrôlant la taille des gouttes a été consolidé et complété par l'estimation du flux de gouttes « épiluchées » (ICMF 2004). Un actionneur par aspiration de la couche limite côté gaz est en cours de mise en oeuvre. Signalons que l'origine de l'instabilité axiale n'est pas complètement élucidée et nous collaborons avec S. Zaleski sur cette question. Parallèlement, en relation avec l'instabilité

haute fréquence parfois observée lors de l'allumage de moteurs cryotechniques (Groupe Instabilités HF), nous avons mené quelques investigations avec un jet central diphasique. Il apparaît que l'ouverture du spray augmente très fortement avec le taux de gaz : ces travaux se poursuivent avec l'analyse des tailles de gouttes. Par ailleurs, l'évolution du brouillard en aval de l'injecteur a aussi été analysée. Nous avons notamment montré que, pour des rapports de pressions dynamiques gaz/liquide modérées, la coalescence est dominante à faible distance en aval, et qu'elle résulte des accélérations différentielles entre gouttes induites par le champ moyen. Ces résultats ouvrent des pistes pour compléter l'approche moyennée proposée par R. Borghi et fondée sur une équation d'évolution de la densité d'aire interfaciale.

#### **Atomisation par détente en tuyère de mélange gaz-liquide** (T. Bourrillhon & J-P. Thibault)

L'objectif de cette activité de recherche concerne la validation et l'optimisation d'un dispositif de production de brouillard d'eau à partir de la détente rapide par une tuyère d'un mélange eau-air, destiné à la lutte contre les incendies. L'optimisation des conditions génératrices et des géométries de tuyère en fonction de critères de tailles et de vitesse des gouttes est menée au moyen d'une confrontation entre des modèles 1D homogènes et dispersés et les mesures réalisées sur la tuyère instrumentée du LEGI. La caractérisation du jet libre (détermination de l'enveloppe du jet) et les mesures de taille et de vitesse de gouttes sont réalisées par traitement d'image. Ce projet a fait l'objet de deux contrats de recherche avec la mission à l'innovation DGA, et se poursuit actuellement dans le cadre d'une collaboration de recherche avec SIEMENS dans l'optique d'une phase d'industrialisation. La thèse de T. Bourrillhon fait l'objet d'un contrat CIFRE avec SIEMENS.



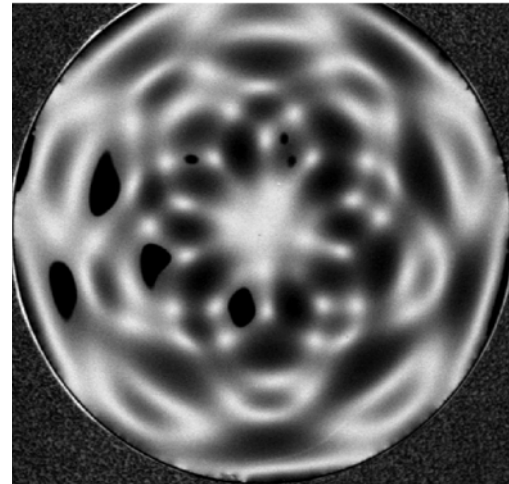
*Figure : Tuyère instrumentée et placée, pour mesure et visualisation, sur le banc insonorisé du LEGI.*

#### **Comportement des ergols dans les réservoirs** (A. Cartellier, E.J. Hopfinger, J-Ph. Matas, B. Puthanveetil)

La connaissance de l'état des ergols liquides dans les réservoirs à chaque phase de vol des engins spatiaux est cruciale pour le fonctionnement des moteurs et leur ré-allumage. L'alimentation des moteurs nécessite des ergols à température bien contrôlée et exempts de gaz dissout, sachant que l'étage a pu subir une période de vol en apesanteur ou une rotation de l'ensemble (engendrant des déplacements importants des liquides) ; il faut aussi à tout moment contrôler la pression dans les réservoirs. Dans le cadre du programme COMPERE, des recherches ont débuté en 2000 au LEGI sur la déstabilisation de la surface liquide par ballottement. La caractérisation des modes de ballottement et des conditions de brisure des ondes stationnaires a fait l'objet de la thèse d'Aude Royon, soutenue en 2005. Les conditions de formation de geyser lors de la réorientation et du tassement du liquide ont aussi été analysées (V. Baumbach, post-doctorant CNES) (JFM 2005). Nous nous intéressons maintenant à la déstabilisation par vibrations. La détermination du seuil de formation de gouttes par instabilité Faraday et la caractérisation de leur taille sont en cours d'étude

(B. Puthanveetil, post-doctorant). Le point important à souligner est l'aspect transitoire des phénomènes : connaître la durée que requiert chaque processus est de première importance.

*Visualisation expérimentale de la topologie de l'instabilité de Faraday d'une surface libre soumise à des oscillations verticales.*



### **Entraînement d'air par jet plongeant (A. Cartellier)**

Des expériences menées sur les conditions critiques d'entraînement d'air par un jet lisse ont permis de conforter la proposition de Eggers (2001) sur le mécanisme de rupture du liquide. L'incidence de la taille du jet a aussi été clarifiée (3<sup>rd</sup> EJTPFGM 2003).

### **► METHODES, OUTILS**

L'équipe dispose de plusieurs installations expérimentales, et bénéficie de ressources mutualisées (soufflerie du LEGI, appareillages partagés tels que la caméra rapide...). Certaines études exploitent aussi des ressources externes (jet d'Hélium du CERN). L'équipe développe en outre ses propres outils. Les travaux récents en instrumentation ont porté sur :

105

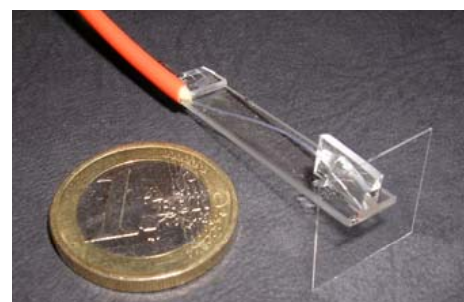
### **Mesures de vitesse Lagrangienne**

Un nouveau dispositif expérimental a été conçu et développé au LEGI, pour la mesure de vitesses Lagrangiennes dans divers écoulements de turbulence développée. Le système expérimental est constitué d'un dispositif de production de bulles de savon, de taille et de densité apparente contrôlées et variables, construit au laboratoire, associé à un banc de diffusion acoustique faisant appel à des transducteurs électro-acoustiques ultrasonores.

### **Anémométrie laser doppler en optique intégrée**

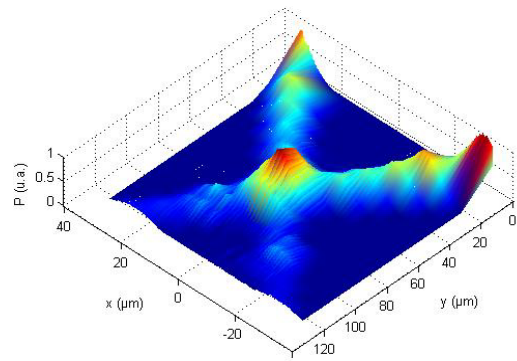
Ce capteur développé en collaboration avec l'IMEP (Grenoble) est dédié à la mesure de la vitesse en proche paroi et du frottement (point de mesure localisé dans la sous-couche visqueuse). La seconde génération de composants d'interférométrie (SPIE 2005) a vu le jour grâce à la réalisation de miroirs (écart d'indice de 0,08) par utilisation d'ions Argent. Ce saut technologique autorise un gain significatif sur la résolution spatiale (10 $\mu$ m à comparer à 60 $\mu$ m). Ces prototypes, en phase de test, sont aussi destinés à des mesures en micro-canaux.

*Prototype d'anémomètre Laser Doppler en optique intégrée : les deux guides d'émission monomodes sont situés à la surface de la plaque de verre horizontale. La réception est réalisée au moyen d'une fibre optique multimode d'un diamètre de cœur de 100 $\mu$ m attachée à la plaque de verre verticale.*





Croisement des 2 faisceaux lasers de sortie du vélocimètre et système de franges créé (mesure).



### Anémomètre phase doppler étendue à la mesure de l'indice

Il s'agit de caractériser simultanément la vitesse, la taille et le matériau de particules. Cette action fait l'objet d'une ACI « Nouvelles méthodes analytiques et capteurs » en collaboration avec IUSTI (pilote), le LESP, l'IMEP et impliquant Dantec Dynamics. Les développements ont porté sur une exploitation fine des signaux réfléchis et réfractés. Le prototype de l'IUSTI doit être testé sur les brouillards rapides du LEGI en vue d'accéder à la vitesse du gaz. La transposition de cette technique en optique intégrée est en cours d'étude.

### Sondes optiques à détection de phase

Les sondes optiques coniques ont été étendues à la détection de gouttes. Ces sondes donnent accès à toutes les grandeurs caractérisant la phase dispersée (vitesse, taille, flux, aire interfaciale) avec une incertitude de l'ordre de 15-20% dès lors que les tailles de gouttes excèdent 10µm environ (IJMF 2004). Elles sont maintenant systématiquement utilisées pour nos études en atomisation. Les sondes optiques ont aussi été exploitées avec succès en écoulements triphasiques gaz-liquide-solide pour la détection de bulles (coopération Université de Porto). Enfin, l'analyse du démouillage a été approfondie afin de cerner les limitations de cet outil. Un article de synthèse va paraître dans l'«Encyclopedia of Sensors».

D'autres études ont été finalisées sur la réponse d'anémomètres phase doppler à de larges inclusions (*RSI* 2003), et sur la détection du taux de vide par sondes électrochimiques (*RSI* 2003). Les développements en instrumentation s'accompagnent d'actions de diffusion (systèmes réalisés pour CEMAGREF, LGC, ICPF Prague, KAPL Inc. USA), et de valorisation avec l'incubation via GRAIN de la société Ascension Photonics, projet porté par S. Gluck (soutenu par FITT, Fonds d'Appui laboratoires).

### ► PERSPECTIVES

Les principaux projets scientifiques ont été évoqués dans la section précédente. Sur le plan institutionnel, plusieurs de ces projets sont liés au spatial et à l'aéronautique. Ainsi, dans le cadre du programme franco-allemand COMPERE (impliquant CNES, CNRS, DFG, et plusieurs industriels et centres universitaires), les expériences sur la déstabilisation de l'interface par vibrations et sur la réorientation seront étendues à des conditions non-isothermes pour caractériser les taux de transfert de masse à l'interface et les changements de pression. L'établissement de modèles théoriques est ici essentiel pour permettre l'extrapolation des résultats de laboratoire aux conditions de fonctionnement réelles. Le Programme INCA associant SAFRAN (SNECMA), ONERA et CNRS servira de cadre aux recherches sur l'atomisation assistée, orientées vers la prédiction et le contrôle. En collaboration avec S. Zaleski (LMM), J.-L. Estivalezes (ONERA) et O. Simonin (IMFT), un projet vient d'être accepté à l'ANR portant à la fois sur l'atomisation primaire et sur l'évolution du brouillard. Le projet « Injecteur Virtuel » visant à une simulation complète de cet organe devrait être relancé dans le cadre du 7<sup>ième</sup> PCRD. Parmi les autres projets, mentionnons l'arrivée en Octobre 2005 d'un post-doctorant CNES pour démarrer une étude sur le concept de « spray-bar » appliqué au contrôle des réservoirs d'ergols.

Un second volet applicatif concerne les procédés, notamment de dépollution. Ces projets s'insèrent dans le cadre du plateau PEI d'Environnement et d'un PPF IBIS « Interactions Biophysicochimiques aux Interfaces et Hydrodynamique pour procédés de dépollution ». Enfin, l'équipe est impliquée dans le projet de PPF "Écoulements complexes : structures tridimensionnelles et dynamique Lagrangienne" déposé avec les partenaires lyonnais de l'ENS-Lyon et du LMFA. Ce projet concerne notamment le développement d'outils expérimentaux de mesures Lagrangiennes (vitesse, température, accélération) pour l'étude d'écoulements turbulents chargés et monophasique, au travers d'une part de mesures en volume (acoustique, imagerie) et d'autre part de la mise au point de particules instrumentées de petites dimensions.

## ► INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

### Coopérations internationales

Coopérations actives : Institut de Thermophysique, Novosibirsk, Russie / UC San Diego (Depart. MAE), Etats-Unis / Chemical Engineering Dep., Porto University, Portugal / Institute of Chemical Process Fundamental, Czeck Academy of Science, Praha /

Un projet PROCOPE de collaboration avec E. Bodenschatz (Université de Göttingen) sur l'étude Lagrangienne de la turbulence développée a été soumis en 2005. Signalons aussi la participation active et souvent motrice de l'équipe à l'élaboration de plusieurs projets Européens qui n'ont pas été retenus (REX « Multiscale Methodology for the Prediction of Multiphase Processes » en 2003, RTN Marie-Curie « Particulate » en 2004, Projet NEST/ADVENTURE « Turbulence quantique » en 2005) Ce dernier projet sera soumis à nouveau au titre d'un RTN.

### Programmes nationaux

Programme COMPERE *en cours* (E. Hopfinger membre du comité scientifique)

GdR Turbulence *en cours* (Y. Gagne est membre du Comité scientifique).

Programmes INCA *en cours* (A. Cartellier membre d'un des comités scientifiques)

Participation au Groupe «Instabilités HF en combustion»

Participation au Centre Henri Bénard (ERCOFTAC)

### Structurations régionales

Pôle Environnement au travers du Plateau PEI - Procédés, Effluents et Industrie / Clusters Rhône Alpes «Environnement» et «Transport» / Programme Emergence de la Rhône-Alpes "Turbulence Superfluide" avec le CRTBT et le CEA.

## ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

HERNANDEZ R-H., BAUDET C. (2001) Ultrasound scattering by forced laminar wakes. Vortex structure and dynamics. Lecture notes in physics. ISSN : 0075-8450. , pp. 173-189.

ACHARD J-L., CARTELLIER A., (2001) Laminar dispersed two-phase flows at low concentration: III Pseudo-turbulence. Archives of mechanics. ISSN : 0373-2029. , vol. 53, n. 2, pp. 123-150.

CARTELLIER A., RIVIERE N. (2001) Bubble-induced agitation and microstructure in uniform bubbly flows at small to moderate particle Reynolds numbers. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. 8, pp. 2165-2181.

LIJU P-Y., MACHANE R., CARTELLIER A. (2001) Surge effect during the water exit of an axisymmetric body travelling normal to a plane interface: experiments and BEM simulation. Experiments in fluids. ISSN : 0723-4864. , vol. 31, pp. 241-248.

CARTELLIER A. (2001) Optical probes for multiphase flows characterization : some recent improvements.. Chemical engineering technology. ISSN : 0930-7516. , vol. 24, n. 5, pp. 535-538.

- HOPFINGER E., RASTELLO M., ANCEY C. (2001) Simulation of powder snow avalanches. *Bulletin of the American Physical Society*. ISSN : 0003-0503. , vol. 46-10, pp. 98-.
- VARGA C., HOPFINGER E., LASHERAS J.C. (2001) Atomization of a small diameter liquid jet. *Bulletin of the American Physical Society*. ISSN : 0003-0503. , vol. 46-10, pp. 149-.
- LISMONDE B. (2001) L'âne de Buridan, le principe de Curie et l'effet-cheminée. *Karstologia*. ISSN : 0751-7688. , vol. 37, pp. 23-28.
- ALISEDA A., CARTELLIER A., HAINAUX F., LASHERAS J. (2002) Effect of preferential concentration on the settling velocity of heavy particles in homogeneous isotropic turbulence. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 468, pp. 77-105.
- FLORSCH N., BEGHEIN C., LISMONDE B., CLERC P. (2002) Sur l'aéragé naturel des anciennes galeries de mines en zone montagneuse : expérimentation et modélisation. *Revue d'archéométrie*. ISSN : 0399-1237. , vol. 26, pp. 47-65.
- CARTELLIER A. (2003) Screening mechanisms and induced agitation in bubbly flows at finite particle Reynolds numbers: experiments and preliminary modeling attempts using a hybrid approach. *ERCOFTAC Bulletin*, March. , n. 56, pp. 27-33.
- VARGA C.M., LASHERAS J.C., HOPFINGER E.J. (2003) Initial breakup of a small-diameter liquid jet by a high-speed gas stream. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 497, pp. 405-434.
- PIETROPINTO S., POULAIN C., BAUDET C., CASTAING B., CHABAUD B., GAGNE Y., GERVAIS P., HEBRAL B., LADAM Y., LEBRUN P., PIROTTE O. (2003) Superconducting instrumentation for high Reynolds turbulence experiments with low temperature gaseous helium. *Physica, C*. ISSN : 0378-4363. , vol. 386, pp. 512-.
- WETIND R., DAVOUST L., CARTELLIER A., BYRNE P. (2003) Experiments and modelling on electrochemically-generated bubbly flows. *Experimental thermal and fluid science*. ISSN : 0894-1777. , vol. 27, pp. 685-696.
- RIVIERE N., CARTELLIER A., LEMAITRE-AUGER P. (2003) A source of error in the velocity measurement of large spherical bubbles using Laser Doppler Anemometry. *Review of scientific instruments*. ISSN : 0034-6748. , vol. 74, n. 11, pp. 4938-4944.
- TIMKIN L., RIVIERE N., CARTELLIER A., KASHINSKY O. (2003) Performances of electrochemical probes for local void fraction measurement in air-water flows. *Review of scientific instruments*. ISSN : 0034-6748. , vol. 74, n. 8, pp. 3784-3786.
- LISMONDE B. (2003) Limestone wall retreat in a ceiling cupola controlled by hydrothermal degassing with wall condensation (Szunyogh model) - Comments to Wolfgang Dreybrodt remark. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*. ISSN : 1814-294x. , vol. 1, n. (2).
- HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2004) Characterization of phase detection optical probes for the measurement of the dispersed phase parameters in sprays. *International journal of multiphase flow*. ISSN : 0301-9322. , vol. 30, pp. 615-648.
- RASTELLO M., HOPFINGER E.J. (2004) Sediment entraining suspension clouds: a model of powder-snow avalanches. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 509, pp. 181-206.
- GAGNE Y., CASTAING B., BAUDET C., MALECOT Y. (2004) Reynolds dependence of third-order velocity structure functions. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 16, n. 2, pp. 482-.
- POULAIN C., MAZELLIER N., GERVAIS P., GAGNE Y., BAUDET C. (2004) Spectral Vorticity and Lagrangian Velocity Measurements in Turbulent Flows. *Flow, turbulence and combustion*. ISSN : 1386-6184. , vol. 72, pp. 245-271.
- BRUN C., TENCHINE D., HOPFINGER E.J. (2004) Role of the shear layer instability in the near wake behaviour of two side by side circular cylinders. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864., vol. 36, n. 1.

HOPFINGER E.J., KURNIAWAN A., GRAF W.H., LEMMIN U. (2004) Sediment erosion by Görtler vortices: the scour hole problem. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 520, pp. 327-342.

LISMONDE B. (2004) Le flux géothermique avec circulation d'eau profonde dans les karsts : la surprise des transitoires. *Karstologia*. ISSN : 0751-7688. , vol. 44, n. 2, pp. 51-55.

BAUMBACH V., HOPFINGER A., CARTELLIER A. (2005) The transient behaviour of a large bubble in a vertical tube. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 524, pp. 131-142.

ETIENNE J., SARAMITO P., HOPFINGER E.J. (2005) Numerical simulation of dense clouds on steep slopes : application to powder-snow avalanches. *Annals of glaciology*. ISSN : 0260-3055. , vol. 38.

ETIENNE J., HOPFINGER E.J., SARAMITO P. (2004) Numerical simulations of high density ratio lock-exchange flows. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 17 (3).

CANOT E., CARTELLIER A., HERVIEU E. (2005) Axisymmetric body emerging through a free surface.. *Multiphase Science and Technology*. , vol. 16, n. 1-3, pp. 129-133.

#### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE OU SOUMISES

LISMONDE B. (2005) La sécheresse 2003 et les mesures de température au Trou que Souffle de Méaudre : rôle du flux géothermique. *Karstologia*. ISSN : 0751-7688.

CHEVILLARD L., MAZELLIER N., POULAIN C.; GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Statistics of Fourier Modes of Velocity and Vorticity in Turbulent Flows: Intermittency and Long-Range Correlations. *Physical Review Letters* (accepté)

POULAIN C., MAZELLIER N., GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Time dynamic of Fourier modes in turbulence: Sweeping effect, long-time correlations and temporal intermittency  
C. Poulain, N. Mazellier, Y. Gagne, and C. Baudet. *Physical Review Letters* (soumis)

GERVAIS P., GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Acoustic Lagrangian velocity measurement in a turbulent air jet. *Experiments in Fluids* (soumis)

BORDAS M.L.; CARTELLIER A.; SECHET P. (2005) Bubbly flow through fixed beds contactors. Part I : One dimensionnal two-fluid model and its closures. *AIChE J.* soumis

#### ▶ OUVRAGES (2001 – 2005)

LISMONDE B. (2002) Climatologie du monde souterrain. Tome 1 : Vent des Ténèbres. Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère. ISBN : 2-902670-48-6. vol. 1, 167 p.

LISMONDE B. (2002) Climatologie du Monde Souterrain. Tome 2 : Aérologie des systèmes karstiques. Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère. ISBN : 2-902670-49-4. 361 p.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

BORDAS M.L., CARTELLIER A., SECHET P. (2002) A one-dimensional two-fluid model for cocurrent bubbly flows in fixed beds (Proc.2nd BIOT Conference on Poromechanics, August 26 – 28 / Grenoble, France). In : *Poromechanics II.*, A.A. Balkema/ISBN 90-5809-394-8. pp. 127-133.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005) A PARAÎTRE

CARTELLIER A. (2005) Optical probes for multiphase flows. In : *Encyclopedia of Sensors*. Eds. : Craig A. Grimes, Elizabeth C. Dickey and Michael V. Pishko, American Scientific Publishers

CANOT E., CARTELLIER A., HERVIEU E. (2005) Axisymmetric body emerging through a free surface. In : *Validation of advanced computational methods for multiphase flow*. Eds. : Lemonnier

H., Jamet D., Lebaigue O., Serie in Thermal & Fluidsurface. In : Validation of advanced computational methods for multiphase flow.

# HOULE

## ONDES DE GRAVITE ET HYDRODYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

### MEMBRES PERMANENTS

Barthélémy E.	PR2 INPG Chef d'équipe
Hurther D.	CR2 CNRS
Larroude P.	MCF UJF
Michallet H.	CR1 CNRS

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Rossi L.	Post-doctorant	CNRS CDD	10/01 – 07/02
Failletaz J.	ATER	INPG	10/03 – 09/04
Mignot E.	ATER	INPG	10/05 – 09/06

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Bricault M.	AMN	Oct. 03
Cienfuegos R.	CONICYT	Oct. 02

#### Thèses soutenues

Kamalinezhad M.	SFERE Iran	Déc. 04
Camenen Benoit	MENESR	Avr. 02
Berniere E.	MENESR	Démission 03

### STAGIAIRES

Combret S.	ENSHEEIT 1 <sup>ère</sup> année	20/06/05 – 30/07/05
Danger L.	Master 2 Univ. Braunschweig	01/02/05 – 31/07/05 Erasmus
Lyda E.	ENSHMG 2ème année	10/06/03 - 05/09/03
Vallet A.	Maîtrise Mécanique, UJF	15/06/02 - 16/07/02

### DEA, DRT

Raynaud O.	04	TUE
Gondran X..	05	MFT

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

Les activités de l'équipe « Ondes de Gravité et Hydrodynamique Sédimentaire », de 2002 à 2005, ont été marquées par un renforcement des axes suivants : *morphologie littorale* et *études de processus couplés écoulements naturels-particules sédimentaires*. Cette période est aussi marquée par le recrutement de D. Hurther comme CR2 au CNRS en février 2003. Ce recrutement se traduit par un bilan extrêmement positif et assure pour notre équipe et pour le laboratoire le maintien d'une expertise de haut niveau dans les techniques de mesures de vitesses turbulentes par profileur acoustique. Les thèmes développés comportent des défis scientifiques qui sont relatifs à la compréhension et la modélisation du couplage entre la mécanique des fluides et les particules (au fond et en suspension). La pertinence des questions scientifiques traitées et l'importance de celles-ci pour nos sociétés font que l'équipe « Ondes de Gravité et Hydrodynamique sédimentaire » compte parmi les équipes universitaires françaises les plus impliquées sur ces thèmes aussi bien au niveau national (PATOM, PNEC) qu'au niveau européen au travers de projets communautaires de la CEE (HYDRALAB-SANDS, LIMAS).

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE.

### **Les études de morphologie littorale et d'hydrodynamique associée.**

#### **Morphologie expérimentale.**

Les plages sableuses sont en continuelle évolution soumises à des climats de houle eux-mêmes très variables. Toutefois les mesures en nature semblent indiquer que, dans des situations de relative stationnarité des forçages, le profil des plages aussi évolue plus lentement. La notion de profil d'équilibre introduite par R. Dean (1973) repose en partie sur ce constat. L'idée générale (comme en morphologie fluviale) est que les modelages morphologiques se font toujours pour tendre à un instant donné vers le profil d'équilibre. Le travail de thèse de Maryam Kamalinezhad (encadrement : H. Michallet & E. Barthélemy) et du Master de Xavier Gondran, a été d'interroger cette notion d'équilibre et de la caractériser sur un plan expérimental. Les expériences ont été menées dans le canal du LEGI avec un fond sédimentaire constitué de particules de 0.6mm de diamètre et de faible densité (masse volumique=1.19 kg/m<sup>3</sup>). Les expériences avec houles irrégulières ont clairement montré que des profils d'équilibre peuvent-être obtenus ce qui, à notre connaissance, n'a jamais été obtenu auparavant et constitue le résultat marquant de cette étude. Un ordre de grandeur de 100h (1 à 2 semaines de temps total d'expérience) offre une bonne idée du temps nécessaire pour obtenir un équilibre, ce qui correspond à un temps prototype (situation naturelle) de l'ordre de 10 à 15 jours. Les principales caractéristiques 2D de la classification de Wright et Short (1984) sont retrouvées dans nos expériences : on peut aussi bien construire des profils de type terrasse ou de type avec barre de déferlement externe. Il est vérifié que le nombre adimensionnel qui règle la similitude des formes est le nombre dit de Dean qui mesure un temps de chute du sédiment par rapport à un temps caractéristique de la houle. L'hydrodynamique et les hauteurs de houle le long du profil ont des caractéristiques semblables à celles mesurées en nature. De plus nous avons pu proprement caractériser la bande infragravitaire qui se traduit par une onde longue de type seiche d'environ 30s de période et un « set-up » le long du profil de quelques millimètres (fig. 1). Nous souhaitons dans l'avenir compléter ce jeu d'expériences en réalisant des expériences de migration « on-shore » de barres de déferlement.

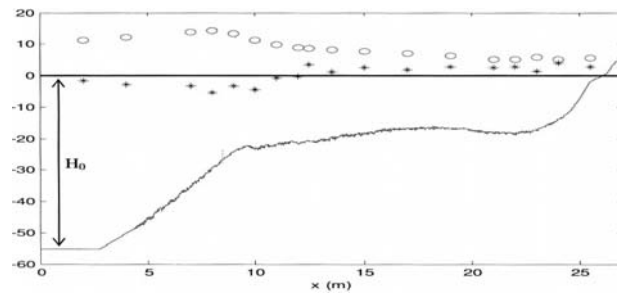


Fig. 1 Profil de plage barrée, (+) dénivellation moyenne (set-down and setup) ; (o) hauteur quadratique moyenne  $H_{rms}$ , pour  $H_0=53\text{cm}$ .

### Modélisation numérique de la zone de déferlement

La morphologie numérique est un domaine de recherche en plein essor car, entre autres, elle procure les outils de prédiction des profils de plage à long et moyen termes pour les besoins de l'aide à la décision en matière de gestion du littoral. Plusieurs voies sont explorées dans l'équipe. La morphologie numérique 2D est le domaine de travail de Ph. Larroudé. Il y consacre un paragraphe dans ce rapport. En morphologie 1D, le travail de thèse de Rodrigo Cienfuegos (encadrement : Ph. Bonneton du DGO & Eric Barthélemy) porte sur la mise au point de modèles opérationnels de calcul de l'hydrodynamique de la zone affectée par le déferlement. Ces recherches s'inscrivent dans le projet PATOM du même nom dont l'animateur est H. Michallet. La modélisation s'appuie sur le choix des équations dites de Serre, jeu d'équations fortement non-linéaires de caractère dispersif voisin des modèles dits de Boussinesq. La physique incluse est particulièrement adaptée pour la zone de levée bathymétrique et de déferlement où les ondes sont évidemment très non-linéaires. Une discrétisation de type volumes finis d'ordre 4 en temps et en espace est à l'heure actuelle opérationnelle. Cette approche constitue une innovation en terme de précision et de rapidité de calcul. Les calculs peuvent être menés jusqu'à des nombres de Courant proche de 2 là où les « concurrents » opèrent à 0.5. Il permet la prise en compte du déferlement au travers d'une paramétrisation où le rouleau de déferlement est une force pour la houle (modélisé comme tel dans l'équation de qdm) et qui produit une accélération de l'écoulement potentiel-organisé (modélisation ad-hoc dans la continuité). Parmi l'ensemble des résultats, il convient de signaler que cette modélisation est à même de reproduire parfaitement l'asymétrie verticale des houles en zone de déferlement alors que les autres modèles de la même génération ont d'énormes difficultés. Ce point a toute son importance en morphologie puisqu'il est aujourd'hui admis que cette asymétrie qui s'accompagne donc d'une forte accélération de l'écoulement est un des moteurs de la migration on-shore des barres de déferlement. A l'avenir le couplage avec des modules de débit sédimentaires et la comparaison avec nos expériences de morphologie expérimentale sont une priorité.

### Morphologie Numérique

Philippe Larroudé développe une activité de modélisation des grandes échelles morphologiques à l'aide d'outils logiciels performants semi industriels. Un de ses axes de travail est la compréhension de la genèse et de l'évolution à long terme des corps sédimentaires littoraux de grande échelle (barres pré-littorales, baïnes/barres). Le couplage houle, courants et sédiments est pris en charge par la chaîne de calcul TELEMAC (EDF, Chatou) de type 2DH (équations de Berkhoff, de Barré de St Venant et équation de conservation du sédiment). Les résultats des simulations ont notamment permis d'établir qu'il est numériquement possible de prévoir la taille, la croissance et la migration des systèmes baïnes/barres. Les résultats numériques sont en bonne adéquation avec les relevés bathymétriques acquis dans le cadre du PNEC (2001-2003) sur les sites de la plage du Truc-Vert (sur la côte Atlantique près d'Arcachon), de la plage d'Omaha (sur la côte de la Manche près de Caen) et de la plage de la Corniche (sur la côte méditerranéenne, près de Sète). Dans le cadre du projet HUMOR (2001-2004) du programme MAST III, Benoît CAMENEN a développé un modèle multi-1DH paramétrique de l'hydrodynamique et du transport de sédiment qui, couplé en condition initiale avec des profils de fond issus d'analyses de stabilité, permet de calculer l'évolution et la



migration de la forme rythmique des barres sub-tidales et intertidales. Cette approche numérique, peu coûteuse en calcul, qui inclut tout de même les effets du courant de retour sagittal, a été testée sur les évolutions morphologiques du Truc Vert (France) et de La Barrosa (Espagne) et permet d'envisager d'utiliser ces outils pour l'aide à la décision en matière d'aménagement littoral. Dans le cadre du programme LITEAU (2002-2004) du ministère de l'environnement, Ph. Larroude a participé à l'étude de faisabilité de l'utilisation des barres sédimentaires d'avant-côte dans la lutte contre l'érosion côtière. Au cours du projet, les stratégies numériques précédentes ont été améliorées et de nouvelles paramétrisations des débits sédimentaires, développées par B. Camenen et M. Larsen, ont été incorporés dans le modèle multi-1DH. Ces modèles ont été utilisés pour des simulations mensuelles prenant en compte les conditions météorologiques, tirées des données de terrain. Il a été obtenu une bonne adéquation entre les bathymétries numériques après un mois et celles relevées sur le terrain. Il reste toutefois des points à améliorer dans la paramétrisation de certaines grandeurs et dans le calcul du transport sédimentaire issu de la combinaison des houles et des courants.

Les perspectives de ce travail sont la comparaison quantitative des résultats numériques avec des suivis de sites rechargés et avec l'étude du rechargement dans un canal expérimental dans le cadre du prochain LITEAU II afin d'en comprendre plus finement les mécanismes.

## Les études de processus couplés écoulements naturels–particules sédimentaires.

### Les flux d'érosion dans des suspensions développées

Les flux particulaires à l'interface lit/écoulement doivent être analysés et quantifiés pour déterminer les érosions/sédimentations nettes couplées aux évolutions morphologiques. Il s'agit en outre de pouvoir quantifier les flux associés d'éléments chimiques majeurs de l'écosystème (Si, C, P, N). La présente action, qui s'insère dans le projet « **Conditions de remaniement des sédiments naturels et flux d'érosion associés** » du PNEC (Programme National de l'Environnement Côtier), concerne la caractérisation des flux d'érosion de sédiments non-cohésifs à granulométrie unimodale dans un courant gravitaire fortement turbulent sur fond rugueux qui conduit à une suspension diffusives stable de type Rouse. L'analyse se fait à partir de mesures simultanées de profils de vitesse et de concentration sédimentaire aux échelles inertielles de la turbulence. La figure 2 montre un échantillon d'une série temporelle du flux d'érosion et de son terme de forçage le flux de quantité de mouvement  $u'w'$ . L'application de méthodes d'échantillonnage conditionnel de type quadrant- $uw$  permet de représenter les structures turbulentes de type éjection et balayage par des iso-lignes fermées de cisaillement turbulent. Il est clairement montré que l'intermittence du flux d'érosion est celle des macro-structures cohérentes qui maintiennent les sédiments en suspension. Ce travail est un des sujets de la thèse de M. Bricault encadrée par D. Hurther.

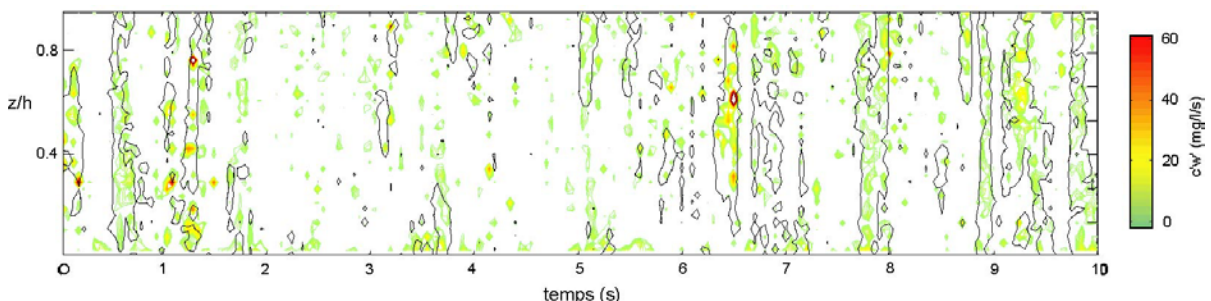


Fig. 2 Série temporelle des profils du flux d'érosion  $c'w'$  ( $Q=67.5 \text{ l/s}$ ,  $d_{50}=260\mu\text{m}$ ,  $h=28 \text{ cm}$ ,  $20.6 \text{ Hz}$ ) et iso-lignes de cisaillement turbulent  $u'w'$  (méthode du quadrant- $uw$ ) délimitant des structures cohérentes de type éjection et balayage.

**Caractéristiques de la turbulence et des écoulements moyens dans le déferlement.** La caractérisation de la turbulence et des courants engendrés par le déferlement est fondamentale pour l'étude du transport sédimentaire et donc des évolutions morphologiques à moyen et long

termes. Cette recherche constitue un des axes du projet «**Hydrodynamique de la zone affectée par le déferlement**» du PATOM (Programme **AT**mosphère et **O**céan à **M**ulti-échelles). Il a été mené par X. Gondran (Master TUE) et S. Combret (Stage Ingénieur) avec l'encadrement de H. Michallet et D. Hurther.

Les paramétrisations du transport dans les simulations de morphologie numérique sont encore très largement basées sur des analogies avec les écoulements uniformes en ce qui concerne la zone de levée de la houle et très rudimentaires (total load formulas) peu basées sur la physique dans la zone de déferlement. Les impacts de structures turbulentes produites par le déferlement sur le fond contribuent à la mise en suspension des grains de sable, qui sont ensuite entraînés par l'écoulement. L'expérience de morphologie décrite ci-dessus a été instrumentée, des profils 2D de vitesse instantanée sont mesurées en plusieurs positions cross-shore de la zone de surf interne. Deux OBS (Optical Backscattering System) fournissent les concentrations sédimentaires en deux points dans le profil de vitesse. La répétition de 32 séquences identiques de *vagues irrégulières* avec une fréquence moyenne de 0.33 Hz permet la décomposition des vitesses mesurées en composantes moyenne, orbitale et turbulente. Cette technique permet entre autre la représentation des profils moyens d'énergie cinétique (Fig. 3).

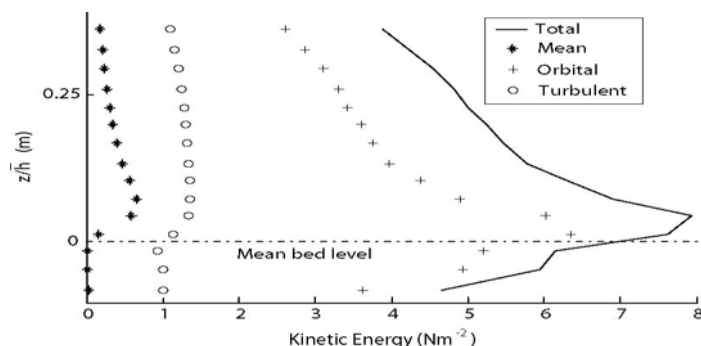


Fig 3. Profils moyens verticaux d'énergie cinétique à une distance de 12.5m du batteur.

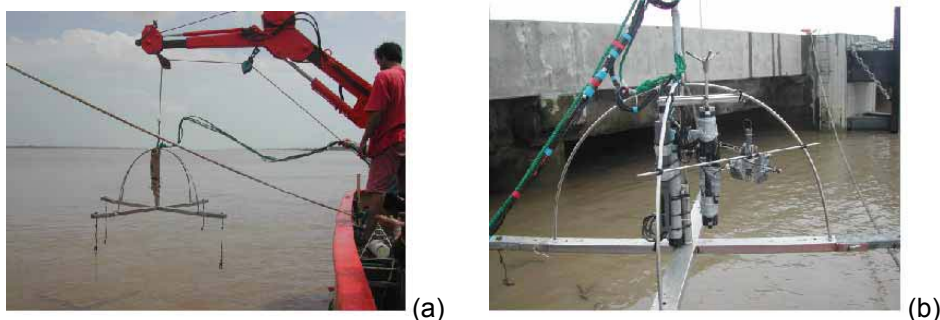
### Mesures de flux de sédiments par rétro-diffusion ultrasonore pulsée

Ce travail consiste à développer un profileur acoustique de flux de particules. En effet les outils de diagnostics capables de mesurer simultanément le champ de vitesse et de concentration sédimentaire avec des résolutions spatio-temporelles suffisantes pour établir des bilans précis des estimateurs de la turbulence sont quasi inexistantes. Le système de transducteurs piézo-électriques est composé d'un émetteur central générant des trains d'ondes pulsés et de deux récepteurs recevant l'écho rétrodiffusé par les cibles acoustiques contenues dans le volume de mesure. L'estimation du déphasage Doppler entre les trains d'onde incidents et reçus est directement proportionnelle à la vitesse locale et quasi-instantanée des cibles ultrasonores. Le calcul du profil de concentration est déduit par inversion de l'intensité acoustique des trains d'ondes reçus par l'émetteur entre deux tirs consécutifs. Si ces deux méthodes et leurs technologies associées ont fait l'objet de développements sur les 20 dernières années, il n'en demeure pas moins que leur combinaison dans un seul système et leur application à la mesure haute-résolution sont très rares et difficiles. La thèse de M. Bricault vise à répondre à ces objectifs et plus particulièrement d'augmenter les résolutions en vitesse et en concentration limitées par le bruit Doppler d'une part et l'absorption acoustique d'autre part. L'originalité du système par rapport aux techniques existantes réside dans l'émission consécutive de trains d'onde à différentes fréquences. En choisissant une gamme de fréquences optimales en fonction de la distribution granulométrique du sédiment, il est possible de décorrélérer le bruit Doppler instantanément et d'éliminer les erreurs cumulatives d'approximation de l'intégrale d'absorption. La nouvelle méthode permet un gain d'une décade dans la zone inertielle du spectre d'une couche limite d'un écoulement uniforme. L'incertitude théorique de la technique est inférieure d'un ordre de grandeur par rapport aux

méthodes conventionnelles ou dit autrement la distance de mesure maximale pour une incertitude fixée est multipliée par un facteur 4.

### **Dynamique des vases dans l'estuaire macro-tidal de la Gironde**

Les estuaires agissent comme tampon entre les apports de matières par les fleuves d'un côté, et la production primaire et chaîne trophique côtière d'un autre côté. Les processus hydro-sédimentaires dont ils sont le siège conditionnent le fonctionnement biogéochimique bien particulier du système estuarien. On y rencontre des vases mobiles (couches turbides benthiques aussi appelées "crème de vase", caractérisées par de très fortes concentrations en sédiment allant de 20 à 400 g/l) qui sont périodiquement remises en suspension sous l'action des vagues ou des courants de marée. L'étude concerne l'estuaire macro-tidal de la Gironde à partir de mesures de vitesse, de turbidité, de température, de pression et de salinité, permettant la caractérisation du forçage hydrodynamique qui règne dans les différentes couches de crème de vase, aussi bien en phase de décantation qu'en phase de ré-entraînement. Les campagnes de mesure sont menées par D. Hurther (en collaboration avec le DGO de Bordeaux) sur des navires de recherche appartenant à la flottille côtière de l'INSU-CNRS. Le développement récent de méthodes de mesures acoustiques (voir ci-dessus) permet de caractériser la turbulence en milieu fortement concentré, et ainsi de mieux comprendre, modéliser et prédire la dynamique de ces vases estuariennes.



116

Fig 4. (a) Mouillage d'une structure benthique lors de la campagne « REAGIR 2 » dans l'estuaire de la Gironde. (b) Structure benthique instrumentée.

### **Liquéfaction autour de structures côtières (projet CEE LIMAS)**

Les conditions requises pour la liquéfaction d'un sol sableux autour de structures côtières sous l'effet de la houle sont encore scientifiquement mal évaluées de nos jours. Le problème principal réside dans la difficulté de reproduire en laboratoire les trois interactions : hydrodynamique/structure, hydrodynamique/sédiment et structure/sol. Il en effet impossible de réaliser une expérience qui soit en similitude pour les trois interactions.

Le projet européen LIMAS («Liquéfaction Around Marine Structure») a regroupé 9 instituts européens qui ont pour objectif d'évaluer les risques de liquéfaction pouvant endommager les structures côtières. Des expériences en canal à houle ont déjà été réalisées en similitude hydrodynamique. Pour respecter la similitude du sol, une étude a été menée conjointement à Grenoble au laboratoires 3S (Prof. P. Foray). Il s'agit d'un modèle physique à l'échelle 1: une structure cylindrique immergée repose sur un lit de sable, l'action de la houle est simulée en appliquant à la structure un chargement cyclique. L'association de compétences en mécanique des sols marins et en hydrodynamique a permis de mieux caractériser l'apparition de la liquéfaction, et d'évaluer son influence sur la pénétration de la structure dans le lit.

Dans le cadre du projet LIMAS, des expériences de terrain ont également été menées à Capbreton (côte basque) en collaboration avec l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (Prof. M. Mory). Des mesures de vagues, de pressions interstitielles et de l'activité du sédiment, ont été réalisées autour d'un blockhaus partiellement immergé. Nous avons pu mettre en évidence le phénomène de liquéfaction momentanée induit par l'impact des vagues sur la structure. En général, la différence de pression interstitielle entre deux capteurs placés à deux profondeurs dans le sol est assez proche de l'écart de pression hydrostatique. En revanche, lorsque le niveau d'eau descend brutalement (atomisation de la vague déferlée) la pression se relâche plus rapidement dans les

couches supérieures du sol : l'écart de pression interstitielle peut alors compenser le poids relatif du sol et conduire à la liquéfaction (Fig. 5). couches supérieures du sol : l'écart de pression interstitielle peut alors compenser le poids relatif du sol et conduire à la liquéfaction (Fig. 5).

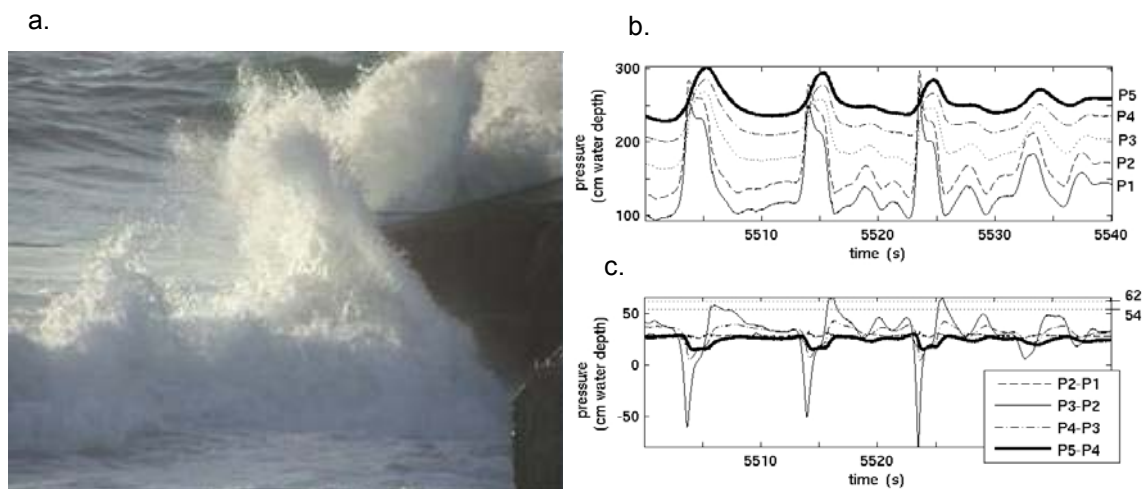


Fig 5. (a) Déferlement d'une vague sur le blockhaus. (b) Mesures de pression de 5 capteurs espacés de 30 cm sur une même verticale: P1 est dans la colonne d'eau; P2 est à l'interface; P3, P4 et P5 sont dans le sol. (c) Différences de pression : les lignes horizontales pointillées correspondent à l'estimation du poids du sol et donc au seuil de liquéfaction.

#### ► METHODES, OUTILS.

L'équipe dispose pour ces études hydrodynamiques (ondes et zone de déferlement) d'un canal à houle de 36m de long de 55cm de large et de 2m de haut à parois vitrées avec batteur programmable.

En tant qu'universitaires nous avons accès pour 25% du temps au grand bassin de 30mx30m de l'INPG mis à disposition de SOGREAH situé à Pont de Claix. Ce bassin est équipé d'un batteur serpent dit aussi segmenté: 60 batteurs pilotés indépendamment. Il permet de simuler des conditions de houle réaliste : aléatoires multidirectionnelles.

Certaines études sédimentaires sont effectuées dans le canal en boucle à courant de l'INPG mis à disposition de SOGREAH situé à Pont de Claix appelé canal hippodrome.

L'équipe dispose d'une cuve à grille oscillante (turbulence purement diffusive) pour l'étude des suspensions de sédiments et des crèmes de vase ; d'un canal sédimentologique à pente variable de 10m de long

Afin de mesurer les vitesses moyennes mais aussi turbulentes l'équipe dispose d'un profileur de vitesse bi et tri-statique à ultrasons acquis auprès de l'EPFL dans le cadre d'un financement mi-lourd de l'INSU. Dans cette gamme d'instrument, l'équipe dispose aussi d'un profileur de vitesse à ultrasons développé par D. Auchère et J.-P. Barbier-Neyret (modifié par D. Hurther) du service instrumentation du LEGI.

Nous utilisons aussi des suiveurs d'interface (solide ou liquide) à ultrasons développés par D.Auchère et J.-P. Barbier-Neyret du service instrumentation du LEGI.

Pour les écoulements fortement chargés, nous mettons en œuvre des mesures de concentration par turbidimètre de type OBS. Une perche de capteurs optiques pour déterminer l'activité du sédiment lors des expériences de terrain (projet LIMAS) a été développée par J.-P. Barbier-Neyret.

Les installations sont maintenues par J.-M. Barnoud, qui est également en charge de la conception et de la réalisation des dispositifs expérimentaux, de systèmes de fixation de sondes, de protection de capteurs pour les mesures de terrain et d'assistance aux mesures.

## ► PERSPECTIVES

Dans un avenir proche, les chercheurs de l'équipe poursuivront leurs études suivants les axes détaillés ici. En particulier les questions liées aux stratégies de rechargement des plages sableuses feront l'objet de 2 projets (LITEAU II et un INTEREG) et au-delà nous poursuivrons nos actions sur les questions de morphologie littorale. Sur le plan instrumental, le projet SANDS, un JRA du projet HYDRALAB (en collaboration avec Coriolis), permettra d'affiner les méthodes de réduction de bruit pour les mesures par profileur ultrason des vitesses et concentrations. Enfin l'équipe sera associée à un important PAE du SHOM intitulé ECORS, coordonné par l'équipe EPOC du DGO de Bordeaux. L'objet du projet est la quantification in-situ de l'hydrodynamique et des flux de sédiments associés, sur une plage sableuse macrotidale. Nous mettrons en place des PUPF conçus pour les mesures en nature de la turbulence dans la zone de déferlement. Nous envisageons de concevoir cet équipement en collaboration avec une équipe du LMF de Strasbourg. Sur le plan de la modélisation des efforts importants doivent être mis en oeuvre pour sortir de l'empirisme actuel des formules de transports. Les pistes envisagées, en collaboration avec l'équipe EDT, sont la modélisation bi-fluide ou pdf de l'interaction entre des macro-structures turbulentes et le substrat de sédiment.

## ► INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

Les activités instrumentation de l'équipe sont affichées au sein du plateau PSE2 du projet Envirhonalp. Les compétences en physique du transport sédimentaire nous permettent de participer au plateau ECOUFLU coordonné par nos collègues lyonnais du CEMAGREF et du LMFA.

Au niveau national, nos activités sont pleinement reconnues et intégrées dans différents programmes du CNRS tels que le PATOM et le PNEC mais aussi du SHOM-DGA

Sur le plan international, notre participation avec l'équipe Coriolis au projet HYDRALAB constitue certainement une reconnaissance de nos compétences en mesures hydro-sédimentaires.

## ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

MICHALLET H., MATHIS C., MAISSA P., DIAS F. (2001) Flow filling a curved pipe. ASME Journal of Fluids Engineering. ISSN : 0098-2202. , vol. 123 (3), pp. 686-691.

AMIROUDINE S., BONTOUX P., LARROUDE P., GILLY B., ZAPPOLI B. (2001) Direct numerical simulation of instabilities in a two-dimensional near-critical fluid layer heated from below. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. , vol. 442, pp. 119-140.

GUIZIEN K., BARTHELEMY E. (2001) Hort wave phase shifts by large free surface solitary waves. Experiments and models. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. 12, pp. 3624-3635.

HURTHER D., LEMMIN U. (2001) A discussion of equilibrium near bed concentration of suspended sediment. Journal of hydraulic engineering. ISSN : 0733-9429. , vol. 127, n. 5, pp. 333-436.

HURTHER D., LEMMIN U. (2001) Shear stress statistics and wall similarity analysis in turbulent boundary layers using a high resolution 3D ADVP. IEEE journal of oceanic engineering. ISSN : 0364-9059. , vol. 25, n. 4, pp. 446-457.

HURTHER D., LEMMIN U. (2001) A correction method for turbulence measurements with a 3D acoustic Doppler velocity profiler. Journal of atmospheric and oceanic technology. ISSN : 0739-0572. , vol. 18, n. 3, pp. 446-458.

GOVENDER K., ALPORT M.J., MOCKE G., MICHALLET H. (2002) Video Measurements of Fluid Velocities and Water Levels in Breaking Waves. Physica Scripta. ISSN : 0031-8949. , vol. T97, pp. 152-159.

GUIZEN K., BARTHELEMY E. (2002) Accuracy of solitary wave generation by a piston wave maker. *Journal of hydraulic research*. ISSN : 0022-1686. , vol. 40, n. 3, pp. 321-331.

HURTHER D., LEMMIN U. (2003) Turbulent particle and momentum flux statistics in suspension flow. *Water resources research*. ISSN : 0043-1397. , vol. 39, n. 5.

CAMENEN B., LARROUDE P. (2003) Comparison of sediment transport formulae for a coastal environment. *Coastal engineering*. ISSN : 0378-3839. , vol. 48, pp. 111-132.

MICHALLET H., MORY M. (2004) Modelling of sediment suspensions in oscillating grid turbulence. *Fluid Dynamics Research*. ISSN : 0169-5983. , vol. 35, pp. 87-106.

BARTHELEMY E. (2004) Nonlinear shallow water theories for coastal waves. *Surveys in geophysics*. ISSN : 0169-3298. , vol. 25, pp. 315-337.

GRATIOT N., MICHALLET H., MORY M. (2005) On the determination of the settling flux of cohesive sediments in a turbulent fluid. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 110.C06004.doi:10.1029/2004JC002732.

FORAY P., BONJEAN D., MICHALLET H., MORY M. (2005) Fluid-soil-structure interaction in liquefaction around a moving cylinder. *ASCE Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. ISSN : 0733-950X.

#### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAITRE OU SOUMISES

MORY M., MICHALLET H., BONJEAN D., PIEDRA-CUEVA I., BARNOUD J.-M., FORAY P., ABADIE S., BREUL P. (2005) A field study of momentary liquefaction caused by waves around a coastal structure. *ASCE Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. ISSN : 0733-950X.

CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2005) A 4th order compact finite volume scheme for fully nonlinear and weakly dispersive Boussinesq-type equations. Part I : Model development and analysis. *International journal for numerical methods in fluids*. ISSN : 0271-2091.

FORAY P., BONJEAN D., MICHALLET H. (2005) Influence of sand liquefaction on the self-burial of a pipe submitted to wave action. *International journal of offshore and polar engineering*. ISSN : 1053-5381.

CAMASSA R., CHOI W., MICHALLET H., RUSAS P.-O., SVEEN J.K. (2005) On the realm of validity of strongly nonlinear asymptotic approximations for internal waves. *Journal of Fluids Mechanics*. ISSN : 0022-1120.

FALQUES A., DODD N., GARNIER R., RIBAS F., MACHARDY L.C., SANCHO F., LARROUDE PH. (2005) Rhythmic surf zone bars and morphodynamic self-organization. Elsevier Science.

CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2005) Résolution numérique en volumes finis d'un système d'équations de Serre étendu. *Revue française de génie civil*. ISSN : 1279-5119.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

CAMENEN B., LARROUDE P. (2003) Un modèle morphologique côtier pour la création de barres rythmiques. In : *Revue française de génie civil*. pp. 1099-1116.

HURTHER D., TERRA E.A., LEMMIN U. (2004) Dynamics of shear layers induced by hairpin packets in shallow free-surface flows: implications for gas transfer. In : *Shallow Flows*. Eds. : Uijtewaal W. and Jirka G.H., Balkema, Amsterdam

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005) A PARAITRE

CAMENEN B., LARROUDE P. (2005) Modélisation de la formation des barres sableuses. In : *Revue Océanis*.



# MEOM

## MODELISATION DES ECOULEMENTS OCEANIQUES A MOYENNE ET GRANDE ECHELLE

### MEMBRES PERMANENTS

Barnier B.	DR2CNRS Chef d'équipe
Brankart J.M.	IR2 CNRS
Brasseur P.	CR1 CNRS
Cosme E.	MCF UJF (depuis 7/02/05)
Molines J.M.	IR1 CNRS
Penduff T.	CR2 CNRS
Verron J.	DR1 CNRS
Wirth A.	CR1 CNRS (depuis 1/10/05)
Brasseur J.	(Secrétariat) 2D CDI ADR (depuis 92)

Chercheur en stage dans l'équipe:

Ayoub Nadia	CR1 CNRS en détachement du LEGOS depuis 01/05
-------------	---

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Birol Florence	Post-Doc	UJF/TOPAZ	02/02 - 11/03
Chanut Jérôme	Post-Doc	CNRS	10/02 - 10/03
Galmiche Martin	Post-Doct	ADR-EPHOM	10/00 - 02/03
Hall Nicholas	Post-Doc	Bourse M. Curie	01/01 - 10/03
Le Sommer Julien	Post-Doc	CNRS/Mersea	10/04
Lucas Marc	Post-Doc	LEGOS/SHOM	03/05
Ourmières Yann	Post-Doc	CNRS/Mersea	02/04
Rozier David	Post-Doc	UJF/SHOM	07/03
Skachko Sergei	Post-Doc	CNRS/Mersea	09/04
Testut Charles.E.	Post-Doct	CNES	01/01 - 11/02
Beckmann Aike	Visiteur	AWI Bremerhaven	04 - 07/02
Boukthir Moncef	Visiteur	INEIT Tunis	07/02
Candella Julio	Visiteur	CICESE Ensenada	02/02
Sokolovskyi Misha	Visiteur	IWP Moscou	1 mois par an
Fédorenko Véronika (co-encad. LMC)	ESA/SHOM	01/02	09/04
Wirth Achim (co-encad. MOST)	UJF/SHOM	04/03	09/05

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Berline Leo	BDI/CNES	Oct. 02
Brodeau Laurent	Contrat UBO	Oct. 04
Broquet Grégoire	DGA	Oct. 03
Castruccio Frédéric	BDI/CNES	Oct. 03
Hervieux Gaëlle	MESR	Oct. 04
Mathiot Pierre	MESR	Oct. 05
Ubelmann Clément	BDI/CNES	Oct. 05

#### Thèses externes en cours

Langlais Clothilde	MESR	Oct. 03 – LSEET/UTV
Juano Julien	CICESE	Oct. 03 – Ensenada, Mexique

121

#### Thèses soutenues

Cailleau Sylvain	DGA	Déc. 04
Chanut Jérôme	DGA	Juil. 03
Debost Fabien	BDI/CNRS	Juin 04
Magri Stéphanie	MESR	Déc. 02

#### Thèses externes soutenues

Faugeras Blaise	MESR	Oct. 02 LMC
Robert Céline	INSU	Déc. 05 LMC

### STAGIAIRES

Barth A.	Université de Liège	12/09/05 – 17/02/06
Bonal J.	Lycée Toulon	05/09/05 – 20/01/06
Rubio A.	Thèse Université Polytechnique de Catalogne, Barcelone	02/05/05 – 24/06/05
Candella R.	L3 Science de la Terre, UJF Grenoble (Co-enc Univ.Helsinki)	11/04/05 – 17/06/05
Girault R.	ENSHMG 2A	07/06/04 – 30/07/04
Mathiot P.	Maîtrise de Pysique, UBP, Clermont Ferrand	19/04/04 – 30/07/04
Sorgnard D.	ENSHMG 2A	16/06/03 – 15/08/03
Michel Y.	Ecole Polytechnique PFE	14/04/03 – 28/06/03
Le Delliou C.	EPG Strasbourg PFE	18/02/02 – 18/08/02
Bourqui M.	Maîtrise Science de la Terre, UJF G	01/12/01 – 01/06/01
Larmann O.	Maîtrise Science de la Terre, UJF	01/12/01 – 01/06/01

### DEA, DRT

Mathiot P.	05	STUE
Libralesso N.	04	STUE
Langlais C.	03	Environne. Marin
Isnardon	04	STUE
Gatti J.	03	Environne. Marin
Castruccio F.	03	Environne. Marin
Berline L.	02	Environne. Marin



## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

Les résultats obtenus par notre communauté au cours de ces dernières années ont ouvert de nouvelles voies de recherche que l'on retrouve dans les orientations des principaux programmes de recherche nationaux et internationaux de la décennie en cours. Ainsi, l'étude des changements survenus dans les océans lors des décades récentes est maintenant possible, et forme l'un des axes de recherche du programme CLIVAR<sup>1</sup>. Egalement, les années 2000 ont vu l'émergence de l'océanographie opérationnelle, avec la mise en place des grands projets tels que MERCATOR<sup>2</sup>, MERSEA<sup>3</sup> et GODAE<sup>4</sup>, avec d'importants programmes d'observation spatiale (en cours JASON<sup>5</sup>, ou en gestation ALTIKA<sup>6</sup>) et in-situ (ARGO<sup>7</sup>).

Notre équipe, dans le cadre d'une appartenance affirmée à L'INSU et au département SDU, s'est pleinement engagée dans ces grands programmes, en particulier dans les programmes d'océanographie opérationnelle et d'observation spatiale, ses membres y assumant des responsabilités importantes. Sur le plan scientifique, nos contributions ont privilégié avec constance la modélisation à haute résolution des circulations océaniques, l'utilisation des données d'observation spatiale, et l'assimilation de données pour contraindre les modèles vers plus de réalisme dans leur représentation de l'océan et améliorer leur capacité de prédiction.

Les thèmes actuels de recherche de l'équipe MEOM concernent le rôle de l'océan dans les équilibres climatiques et la prévision à moyen terme des circulations océaniques et des écosystèmes marins. Les activités scientifiques s'inscrivent dans le contexte général de l'étude des circulations océaniques et de leur variabilité pendant les époques récentes, et de la transition vers l'océanographie opérationnelle. Les outils de simulation, d'analyse et de prévision développés pour répondre à ce type de besoins reposent sur le principe d'une utilisation intégrée d'observations, de modèles numériques et de techniques d'assimilation dans le but de représenter, avec un maximum de réalisme, l'état et la variabilité de l'océan à l'échelle du globe, des bassins intercontinentaux, des mers régionales et des zones côtières.

122

L'objectif principal des travaux de modélisation menés dans l'équipe est de simuler les circulations océaniques dans l'océan global, avec un intérêt particulier pour l'océan Atlantique, et la variabilité intervenue dans ces régions lors des 50 dernières années (période de forte activité industrielle et de forte croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique) afin d'identifier et de comprendre les mécanismes générateurs de cette variabilité. Ceci suppose de travailler à une amélioration continue des modèles de circulation générale océanique, par le développement de paramétrisations des phénomènes sous-maille adaptées aux résolutions sans cesse croissantes des modèles, de schémas numériques plus performants, de méthodes de raffinement de maillage et de couplage de modèles.

L'objectif principal des travaux d'assimilation de données menés dans l'équipe consiste à contribuer à l'élaboration d'analyses océaniques qui reproduisent le plus fidèlement possible la variabilité actuelle de l'état océanique par une synthèse optimale des informations issues d'une connaissance théorique (les équations d'un modèle) et d'une connaissance partielle de la réalité

---

<sup>1</sup> CLIVAR: Climate Variability. Programme de recherche scientifique du WCRP sur les changements climatiques.

<sup>2</sup> MERCATOR: Centre national pluri-organismes d'océanographie opérationnelle.

<sup>3</sup> MERSEA: Projet intégré européen pour le développement de l'océanographie opérationnelle à l'échelle de l'Europe.

<sup>4</sup> GODAE: Global Ocean Data Assimilation Experiment.

<sup>5</sup> JASON: Programme CNES/NASA d'altimétrie satellitaire (en cours).

<sup>6</sup> ALTIKA: Mission d'altimétrie satellitaire de nouvelle génération en préparation.

<sup>7</sup> ARGO: Programme d'observation océanique in-situ utilisant des flotteurs lagrangiens profilants.

océanique (les observations) avec une pondération relative basée sur les niveaux d'erreurs connues ou supposées attachées à ces informations. Ces analyses peuvent être rétrospectives (ré-analyses), actuelles ou prospectives (prévisions). Les outils d'assimilation sont aussi utilisés pour identifier les erreurs systématiques des modèles et contribuer à l'optimisation des systèmes d'observation.

Dans la réalisation de ses travaux, l'équipe a bénéficié d'un soutien continu de la part de nombreux organismes (CNES, ESA, IFREMER, INSU, ONR, SHOM, UE,) et des ressources de calcul intensif de l'IDRIS.

## ▶ PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### MODELISATION

Les avancées réalisées en matière de modélisation concernent la mise en évidence de la contribution des processus de méso-échelle à la variabilité climatique de l'océan Atlantique, l'utilisation des observations pour la validation des modèles, et l'amélioration continue des modèles numériques de circulation (voir la section suivante sur les méthodes et outils). Les résultats résumés ci-après ont été permis par la réalisation de simulations réalistes avec les modèles numériques mis au point pendant le projet CLIPPER<sup>8</sup>. Ces simulations, longues de plusieurs décennies, correspondent à la phase intensive du programme WOCE (1980-2000) ou à la période des ré-analyses météorologiques du NCEP/NCAR<sup>9</sup> (1960-2000).

Le réalisme des simulations a été évalué en termes de processus dynamiques et au regard des observations océaniques. Des procédures sont développées dans l'équipe pour extraire des mesures XBT, courantométriques ou altimétriques des quantités pertinentes, et les comparer à celles produites par nos modèles. Ceci enrichit la description de l'océan réel, la validation quantitative des simulations, et guide le développement des modèles numériques réalistes.

Les simulations (à résolution 1/6°) réalisées sur la période 1980-2000 dans le cadre de CLIVAR (projet CLIPPER) nous ont permis de mettre en évidence l'impact de la turbulence méso-échelle sur la variabilité océanique de grande échelle interannuelle à décennale. Nous avons montré que ces phénomènes non-linéaires (absents le plus souvent des simulations et études climatiques) induisent sur la distribution de la turbulence à l'échelle du bassin, et sur le transport de chaleur à travers le Gulf Stream, [i] des fluctuations basse fréquence à grande échelle, [ii] d'amplitude significative (30 à 40%), et [iii] non corrélées au forçage atmosphérique. D'autres travaux ont également suggéré la contribution de cette turbulence dans l'ajustement océanique par les ondes planétaires. En rendant l'océan simulé plus inertiel, la représentation explicite des tourbillons synoptiques de moyenne échelle dans les simulations longue durée améliore donc la variabilité à basse fréquence à grande échelle. Des simulations plus longues (1960-2000) mais à résolution plus basse (1°) ont établi une bonne corrélation du taux de formation des eaux modales avec le forçage en flottabilité de l'océan de type NAO (Oscillation Nord Atlantique), liant ainsi la variabilité basse fréquence du taux de formation des masses d'eau avec celle des transports méridiens de chaleur. Nous avons montré que l'ajustement barocline des gyres au forçage atmosphérique provoquait des réponses retardées de l'océan en terme de transport de chaleur d'environ 3 et 7 ans. L'importance de la turbulence océanique locale sur les circulations grandes échelles a également été mise en évidence par les simulations Clipper dans la mer du Labrador. Nos

<sup>8</sup> CLIPPER: Projet de modélisation réaliste des circulations océaniques à l'échelle de l'océan Atlantique, coordonné par le LEGI, regroupant plusieurs laboratoires en France. Projet réalisé entre 1997 et 2001.

<sup>9</sup> NCEP/NCAR: Ces centres météorologiques américain ont analysé avec des modèles et des systèmes d'assimilation récents l'ensemble des observations météorologiques de ces 40 dernières années, afin de produire des champs météorologiques cohérents sur cette période.

résultats ont provoqué une révision majeure de la description dynamique du cycle de convection/restratification de cette région.

En conclusion, les résultats que nous avons obtenus ces dernières années dans l'équipe nous ont convaincu que des modèles océaniques suffisamment inertiels, tels que ceux développés pour les projets CLIPPER, MERCATOR et DRAKKAR<sup>10</sup> sont des outils essentiels à l'interprétation des changements climatiques, et aux applications pluridisciplinaires (physique-biogéochimie). Si l'on veut dépasser le stade qualitatif, pour aller vers la quantification exigée par le contexte environnemental actuel, des simulations réalistes que seule la prise en compte des phénomènes turbulents permet d'atteindre, sont maintenant nécessaires.

#### **ASSIMILATION**

Les avancées scientifiques réalisées en matière d'assimilation concernent les développements méthodologiques nouveaux apportés au filtre SEEK et à la méthode 4D-VAR, et l'application de ces méthodes pour l'étude des circulations océaniques, et pour la conception de nouveaux systèmes d'observation.

Sur le plan méthodologique, la période passée a vu notamment une large maturation de la méthode SEEK. De nombreux travaux autour des aspects théoriques et pratiques de l'approche ont confirmé l'intérêt de cette approche et nous avons beaucoup avancé pour sa mise en œuvre dans de nombreuses directions. Par ailleurs, la méthode a atteint un niveau de maturité tel qu'elle a pu être proposée et acceptée pour une mise en œuvre opérationnelle dans le projet MERCATOR (SAM2). Elle a de plus un niveau certain de reconnaissance internationale et a été implementée dans divers projets de la communauté internationale pour des applications climatiques, océanographiques, biogéochimiques, notamment dans le projet opérationnel US HYCOM.

124

Les développements les plus intéressants sur la période concernent le filtrage local, l'évolutivité en mode local, la généralisation à la coordonnée hybride, le lissage temporel, l'assimilation avec imbrication de modèles, l'estimation de paramètres du forçage, la prise en compte de processus physiques pertinents pour la biogéochimie, la paramétrisation des covariances d'erreur initiales par méthodes d'ensemble, etc...

Par ailleurs, une nouvelle perspective s'est ouverte avec l'hybridation du filtre SEEK et de la méthode d'assimilation variationnelle 4D-VAR, hybridation dont la mise en œuvre a été réalisée dans un modèle du Pacifique Tropical. L'objectif de ces travaux était de combiner les avantages et les possibilités algorithmiques des deux types de méthode afin d'améliorer l'estimation des erreurs d'ébauche au cours du processus d'assimilation.

Un autre volet des travaux d'assimilation concerne l'étude du couplage entre la physique de l'océan à haute résolution et la biologie marine. A la suite des travaux précurseurs réalisés sur cette thématique lors du projet DIADEM, nous avons entrepris de nouvelles études au moyen de modèles uni-dimensionnels de la couche euphotique afin d'explorer en parallèle les approches d'estimation d'état ou d'estimation de paramètres avec des modèles physico-biogéochimiques relativement simples. Cette direction de recherche est actuellement approfondie dans un contexte de modélisation tri-dimensionnelle basée sur les modèles P3ZD et LOBSTER et le projet européen MERSEA.

Sur le plan de la mise en œuvre, les applications sur des bassins océaniques divers ont conduit à de premiers résultats sur des ré-analyses avec le modèle OPA: dans l'Atlantique Nord, dans l'Atlantique Sud et dans le Pacifique tropical.

---

<sup>10</sup> DRAKKAR: Projet de modélisation réaliste des circulations océaniques à l'échelle globale, coordonné par le LEGI, regroupant des laboratoires en France, Allemagne, Finlande et Russie. Projet en cours.

Un champ d'application original de l'assimilation de données abordé durant ces quatre années concerne l'étude des propriétés d'observabilité et l'optimisation des systèmes d'observation. L'objectif de ces travaux est de pouvoir déterminer le meilleur échantillonnage spatio-temporel possible du système océanique afin d'identifier des signaux de variabilité inaccessibles par des mesures directes. Les études réalisées ont permis d'aborder cet objectif à partir d'observations spatiales d'altimétrie combinant plusieurs missions simultanées (TOPEX/POSEIDON, JASON, ENVISAT, ALTIKA), combinées aux missions gravimétriques (GRACE, GOCE) qui permettront bientôt d'améliorer l'estimation de la topographie dynamique de surface.

Un dernier volet des travaux d'assimilation concerne la mise en œuvre d'une assimilation en laboratoire afin de tester l'idée de réaliser un banc d'essai pour l'océanographie opérationnelle à partir d'une expérimentation d'un processus physique pertinent. Ceci a été réalisé sur un cas simple de dynamique tourbillonnaire instable et demande à être prolongé. Notons que d'autres travaux sur la stabilité de tourbillons baroclines en interaction complexe ont été menés au sein de l'équipe. Sur ces deux derniers thèmes, l'interaction de l'équipe avec d'autres équipes du LEGI s'exprime plus directement: le banc d'essai expérimental a été réalisé sur la plaque Coriolis, la dynamique tourbillonnaire est un thème récurrent commun avec d'autres équipes (Equipes Coriolis, THEO, ...).

## ► METHODES, OUTILS

### **Méthodes et outils de modélisation**

Sur le plan méthodologique, nous avons structuré notre approche de la modélisation à haute résolution des circulations océaniques sur la conduite de grands projets communautaires, tels que CLIPPER et DRAKKAR, et MERCATOR (dont le premier modèle opérationnel temps réel est issu de CLIPPER), et autour de la nouvelle plate-forme de modélisation océanique NEMO<sup>11</sup>, outil national de l'INSU géré par le LOCEAN. Ceci nous a permis de rassembler le large spectre de compétences indispensable à la réalisation de simulations atteignant un haut degré de réalisme (physique de l'océan et des interactions air-mer, modélisation, méthodes numériques, calcul scientifique intensif, etc.). Nous avons, dans le cadre du GMMC<sup>12</sup>, largement contribué au développement de NEMO, tant au niveau de l'implémentation de paramétrisations nouvelles (couche limite de fond BBL, couche limite de surface KPP), de la validation de choix numériques (advection, lissage topographique, topographie Partial Step), que de l'optimisation de la parallélisation sur calculateur MPP. Nous avons également contribué à la validation des méthodes de raffinement de maillage AGRIF et de couplages de modèles développés par nos collègues du LMC (L. Debreu, E. Blayo). Par ailleurs, nous poursuivons des études d'évaluation de NEMO à de très haute résolution horizontale (1 km) et verticale (150 niveaux), en prévision d'applications en dynamique côtière (collaboration avec le LSEET).

### **Méthodes et outils d'assimilation**

L'équipe MEOM a acquis des compétences reconnues au plan national et international pour l'élaboration de méthodes d'assimilation qui s'inspirent à la fois des approches séquentielles et variationnelles. Les bases conceptuelles de ces méthodes sont étudiées dans le cadre de collaborations établies de longue date avec des chercheurs du laboratoire LMC de Grenoble (J. Blum, E. Blayo, F.X. Le Dimet, D.T. Pham). Le développement du filtre SEEK, qui est une adaptation du filtre de Kalman au moyen d'un sous-espace d'erreur de faible dimension, a

---

<sup>11</sup> NEMO: Nucleus for European Models of the Oceans. Plateforme de modélisation du système Océan/glace de mer construite à partir du code d'océan OPA9 du LOCEAN et du modèle de glace de mer LIM de l'Université Catholique de Louvain La Neuve. NEMO est un outil national géré par le LOCEAN.

<sup>12</sup> GMMC: Groupe Mission Mercator-Coriolis. Programme de recherche pluri-organismes soutenant les travaux liés au développement de l'océanographie opérationnelle.

constitué un élément fédérateur important de nos activités au cours des quatre dernières années. La mise en œuvre du filtre SEEK dans les modèles de circulation océanique se décline selon différentes variantes en fonction du degré d'optimalité visé. Ainsi, la version en base dite « stationnaire » du filtre est comparable à un schéma d'interpolation optimale d'ordre réduit, alors que la version en base évolutive est un schéma de la famille des méthodes d'ensemble comme l'EnKF. Ces variantes se sont enrichies récemment par l'introduction de nouveaux algorithmes permettant d'éliminer les discontinuités temporelles inhérentes aux filtres séquentiels.

Sur le plan algorithmique, l'interface entre le filtre SEEK et les codes de modélisation a fait l'objet d'un travail de développement logiciel important donnant lieu à l'outil SESAM élaboré initialement dans le cadre du GMMC et des projets européens DIADEM/TOPAZ. Le couplage du SEEK avec les codes océaniques physiques OPA, MICOM, HYCOM et les modèles biologiques FDM, P3ZD et LOBSTER est maintenant effectif sur une variété de calculateurs locaux et nationaux (e.g., Centre IDRIS du CNRS).

Par ailleurs, le système d'assimilation variationnelle OPAVAR développé par le CERFACS est un outil dont nous avons acquis la pleine maîtrise dans le cadre de la thèse de C. Robert. Cette collaboration avec le LMC a permis de jeter les bases d'une hybridation du filtre SEEK et de la méthode 4D-VAR. L'évolution de cet outil avec les nouvelles versions du code OPA/NEMO est un objectif souhaitable afin de pouvoir répondre à nos propres besoins scientifiques ainsi qu'à ceux de la communauté océanographique en général.

Sur le plan de la valorisation, un investissement important de plusieurs membres de l'équipe MEOM a rendu possible le transfert des outils développés comme le filtre SEEK et l'interface SESAM vers les équipes d'océanographie opérationnelle MERCATOR en France et HYCOM aux Etats-Unis. Le système d'assimilation MERCATOR de la seconde génération SAM-2, élaboré à partir des éléments algorithmiques du filtre SEEK, sera prochainement mis en œuvre dans la configuration globale au 1/4° dont le démarrage opérationnel est prévu en 2006. En ce qui concerne les activités du groupe HYCOM, une évaluation convaincante du filtre SEEK dans un contexte à haute résolution a pour la première fois été réalisée avec un modèle du bassin Atlantique Nord au 1/12°, démontrant ainsi la faisabilité d'une telle méthode pour contrôler l'état d'un modèle de circulation à très haute résolution.

## ► PERSPECTIVES

Du fait de la croissance de l'équipe d'une part, et de l'étoffement des thèmes de recherche abordés, nous proposons d'organiser nos travaux futurs autour de trois grandes directions communes à la modélisation et à l'assimilation:

**Axe "Méthodologies":** Développement et évaluation de méthodes de modélisation (paramétrisations physiques, schémas numériques, raffinements de maillage, couplage de modèles) et d'assimilation (méthodes hybrides, variationnelles, séquentielles pour la physique et la biologie). Estimation de paramètres physiques par assimilation, diagnostics physiques de l'assimilation de données, forçage des modèles, etc.

**Axe "Simulations, réanalyses, processus":** Réalisation de simulations numériques avec/sans assimilation pour la reconstruction de l'évolution récente des océans et l'investigation fine des processus responsables. Production par assimilation d'états 3D multivariés ajustés pour l'initialisation de simulations directes.

**Axe "Systèmes d'observation" (altimétrie, ARGO, etc):** Optimisation des stratégies d'observation océanique par assimilation de données, étude de l'observabilité de l'état et de la variabilité océanique, quantification précise des écarts observations-simulations et validation des modèles par la comparaison de simulations et observations réelles.

## Méthodologies

Concernant les recherches fondamentales en assimilation de données : nous souhaitons poursuivre l'exploration de ce champ thématique avec pour objectif d'améliorer les méthodes existantes, par des approches de réduction d'ordre, par de nouvelles approches d'hybridation du filtre SEEK et du 4D-VAR (notamment en développant des algorithmes d'estimation multi-échelle), et par l'exploration de nouveaux schémas (nudging rétrograde par exemple). Un autre objectif sera de développer l'assimilation pour l'estimation paramétrique, en vue d'une amélioration de la paramétrisation des forçages océaniques (vent et flux), des processus sous-maille des modèles physiques ou des processus mécanistiques des modèles biogéochimiques. Enfin, le problème de l'assimilation de données dans le cadre de modèles couplés (physique/biologie, océan/atmosphère) ou à résolution différente (hauturier/côtier) fera l'objet de nouvelles études fondamentales et appliquées. Ces travaux seront menés en interaction étroite avec nos collègues mathématiciens appliqués du LMC et de l'INRIA, dans le contexte programmatique des projets MERSEA et BIONUTS ainsi que l'Action Thématique Assimilation qui vient d'être mise en place par les organismes.

Nous allons poursuivre notre forte implication dans le développement de la plate-forme de modélisation océanique NEMO. Une orientation nouvelle concerne la recherche de paramétrisations et l'estimation de paramètres pour des processus océaniques de petite échelle (sub mesoéchelle) dont l'impact sur la circulation océanique globale a été démontré, par une approche de modélisation non-hydrostatique et l'utilisation de l'assimilation de données.

Dans le cadre de projets communs avec le LMC (Blayo, Debreu), et dans la perspective de contribuer à l'amélioration des outils de l'océanographie opérationnelle (Projet MERSEA), les développements sur les méthodes numériques (en particulier le traitement des côtes), de raffinements tridimensionnel de maillage (projet AGRIF) et de couplage de modèles de physique différente (projet COMODO) seront poursuivis.

## **SIMULATIONS, REANALYSES, PROCESSUS**

L'exploitation scientifique de ré-analyses océaniques est un axe de recherche, transversal à l'ensemble des activités de l'équipe MEOM, que nous souhaitons renforcer dans les prochaines années. Plusieurs études relatives à la variabilité des circulations océaniques ont déjà été entreprises au moyen de modèles résolvant la méso-échelle (configurations DRAKKAR) assimilant des données mais l'amélioration constante de ces outils, l'allongement de la période d'observation spatiale et l'accumulation des mesures in situ (par exemple via ARGO) vont rendre de plus en plus crédibles les études s'appuyant sur les ré-analyses océaniques, notamment celles qui seront produites prochainement par les centres opérationnels comme MERCATOR. L'accent sera mis sur l'étude du rôle des processus océaniques de méso-échelle dans la variabilité climatique de l'océan, sur l'interprétation physique des épisodes ENSO (en collaboration avec nos collègues de l'IRD) en vue de l'amélioration de la prévision saisonnière du système couplé océan-atmosphère, et sur les potentialités nouvelles offertes par ces ré-analyses pour l'étude du couplage de la dynamique et de la biologie marine (dans le cadre des partenariats BIONUTS et MERSEA).

Le projet DRAKKAR fournira le cadre des simulations numériques des prochaines années. Nos objectifs sont l'étude de la circulation océanique globale (avec un intérêt particulier pour l'océan Atlantique Nord et les mers nordiques), et des mécanismes générateurs de la variabilité intervenue dans ces régions lors des 50 dernières années, une période de forte activité industrielle et de forte croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Les phénomènes auxquels nous portons une attention particulière sont les échanges inter-gyres et inter-bassins, et l'impact de la dynamique de régions particulières sur la circulation à grande échelle. Ces échanges méridiens se produisent essentiellement dans les régions frontales à forte turbulence marquant les limites entre cellules de

circulation à grande échelle, dans les détroits et les zones de seuils au nord. La dynamique océanique de ces régions est caractérisée

par de fortes interactions d'échelles, et impose de considérer la variabilité océanique à des échelles de temps allant de la journée à la dizaine d'années, et à des échelles spatiales allant de la mésoéchelle à l'échelle du bassin. L'approche scientifique repose sur des simulations numériques de l'océan global à haute résolution, qui exigent d'importants moyens en calcul scientifique. Les équipes qui se sont associées dans DRAKKAR joignent leurs efforts pour le développement des outils de simulation (système de modélisation globale et régionale océan-glace de mer) et d'analyse diagnostique, se répartissent et coordonnent la réalisation des simulations, et partagent les résultats des simulations dans des analyses scientifiques. Nous chercherons par ailleurs à développer l'interaction avec les dynamiciens et théoriciens de l'océan (ondes, turbulence, équilibres dynamiques) afin [i] d'évaluer et améliorer les simulations réalistes en les confrontant à leur expertise, et [ii] de stimuler l'application puis l'extension de concepts et résultats théoriques à la complexité de l'océan réel. Les progrès de la simulation numérique réaliste rendent aujourd'hui possible et souhaitable ce type d'interactions.

### SYSTEMES D'OBSERVATION

Enfin, l'étude de nouveaux systèmes d'observation de l'océan fera l'objet d'un troisième objectif scientifique. En effet, l'assimilation de données constitue un outil particulièrement puissant pour l'aide à la conception de nouveaux systèmes d'observation et au déploiement d'instruments à la mer. Alors que le concept d'OSSE (Observing System Simulation Experiment) avait jusqu'à présent été appliqué à l'étude de systèmes individuels, un enjeu crucial dans les années à venir sera de tirer parti de la complémentarité de systèmes d'observations multi-plateformes, combinant capteurs spatiaux (altimétrie, SST, SSS, couleur de l'eau, glace de mer), missions gravimétriques et instrumentation *in situ* (bouées dérivantes ARGO, glider, mesures biogéochimiques, courantométrie etc.). Nous souhaitons mener ces travaux en partenariat étroit avec les agences spatiales (CNES, ESA, NASA) et les opérateurs institutionnels directement concernés par cette problématique. Le projet de mission satellite ALTIKA est un exemple fort de notre implication dans ce domaine.

128

Nous développerons un nouvel axe de recherches sur la complémentarité entre simulations/réanalyses et observations océaniques. Dans le cadre de DRAKKAR et de notre participation à OST/ST (soutien du CNES), nous travaillerons à l'intégration dans les forçages de flux air-mer satellites, à la production « d'observations simulées » (SSH, SST, SSS, ARGO, etc) pour la validation de simulations, l'évaluation de la représentativité des observations, de l'observabilité d'indices climatiques. Les simulations DRAKKAR seront mises à disposition de la communauté scientifique.

### ► INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

Sur le plan thématique et programmatique, l'équipe MEOM affirme son appartenance, au niveau régional à l'OSUG, et au niveau national à l'INSU et aux départements MIPPU et EDD du CNRS. Au niveau international, notre action s'intègre dans les programmes MERSEA, GODAE et CLIVAR. Notre implication dans les missions d'observation spatiale du CNES (JASON, ALTIKA) restera forte.

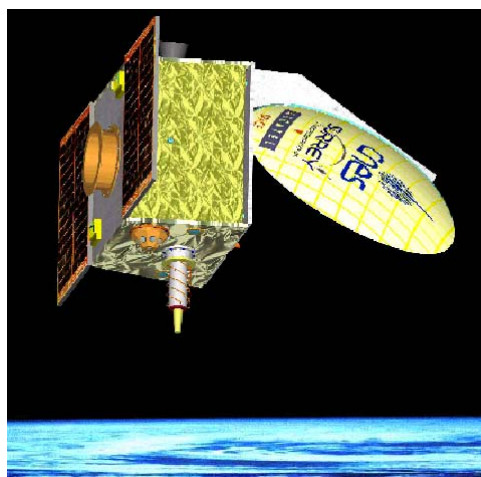
Les années récentes ont vu l'émergence de l'océanographie opérationnelle, avec de grands projets fédérateurs tels que MERCATOR en France ou HYCOM aux Etats-Unis, dont l'objectif est de mettre en place des systèmes de prévision océanique opérationnelle utiles à la météorologie, la défense, le transport maritime, l'industrie pétrolière offshore et les activités halieutiques. A l'échelle internationale, l'expérience GODAE pilote une coordination de ces différents systèmes, en relation étroite avec les programmes d'observation spatiale. A l'échelle européenne, le Projet Intégré MERSEA qui a démarré en 2004 permet de poursuivre les développements engagés en Europe, de coordonner les différents efforts nationaux afin d'améliorer le savoir-faire européen en matière de

prévision océanique et d'étendre la capacité opérationnelle au domaine côtier. Dans le domaine de l'étude du climat, le programme CLIVAR coordonne au niveau international les activités portant sur la variabilité et les changements climatiques, avec une composante océanique comportant un important programme d'observation (dont ARGO) et nombre d'activités de modélisation forcée et couplée.

L'équipe MEOM est fortement impliquée dans ces différents programmes nationaux et internationaux, ainsi que dans les groupes de travail adossés aux agences spatiales (CNES et ESA) et au WCRP<sup>13</sup>.

Une coopération avec des partenaires Indiens doit se développer lors du prochain quadriennal dans le cadre de la mission ALTIKA.

Une réflexion est actuellement menée sur des possibilités de collaborations renforcées avec les réseaux de spécialistes européens plus directement concernés par la biogéochimie et les écosystèmes marins (EUROCEAN, IMBER, CARBOCEAN).



Vue d'artiste du futur satellite ALTIKA

### ► BESOINS PRIORITAIRES, MOYENS, PROBLEMES

Malgré sa singularité géographique au sein d'un laboratoire relevant majoritairement des Sciences Pour l'Ingénieur, l'équipe MEOM tient toute sa place au sein de la communauté nationale en océanographie climatique et opérationnelle. Ceci est reconnu par nos tutelles qui nous ont largement prouvé leur confiance, notamment avec les recrutements récents de Emmanuel Cosme (MCF Université Joseph Fourier) et Achim Wirth (CR1 CNRS). Avec ces recrutements, l'équipe acquiert d'ailleurs une taille significative: le quadriennal qui vient verra se réaliser l'intégration de ces deux nouveaux arrivants.

Des problèmes subsistent nécessairement au premier rang desquels se place le faible soutien technique dont nous disposons,

- d'une part en terme de secrétariat: Josiane Brasseur est en CDI (mi-temps) avec un financement sur les fonds propres de l'équipe. Cette charge est lourde pour l'équipe et un mi-temps de secrétariat s'avère insuffisant, notamment avec les charges administratives du projet MERSEA (responsabilité du WP7 et pivot CNRS pour le LEGI, LMC, LEGOS, LOCEAN et LPO),
- d'autre part en terme de soutien ingénieur: la manipulation des masses de données issues des grosses simulations numériques -en mode libre ou assimilé- réalisées dans l'équipe, la gestion des

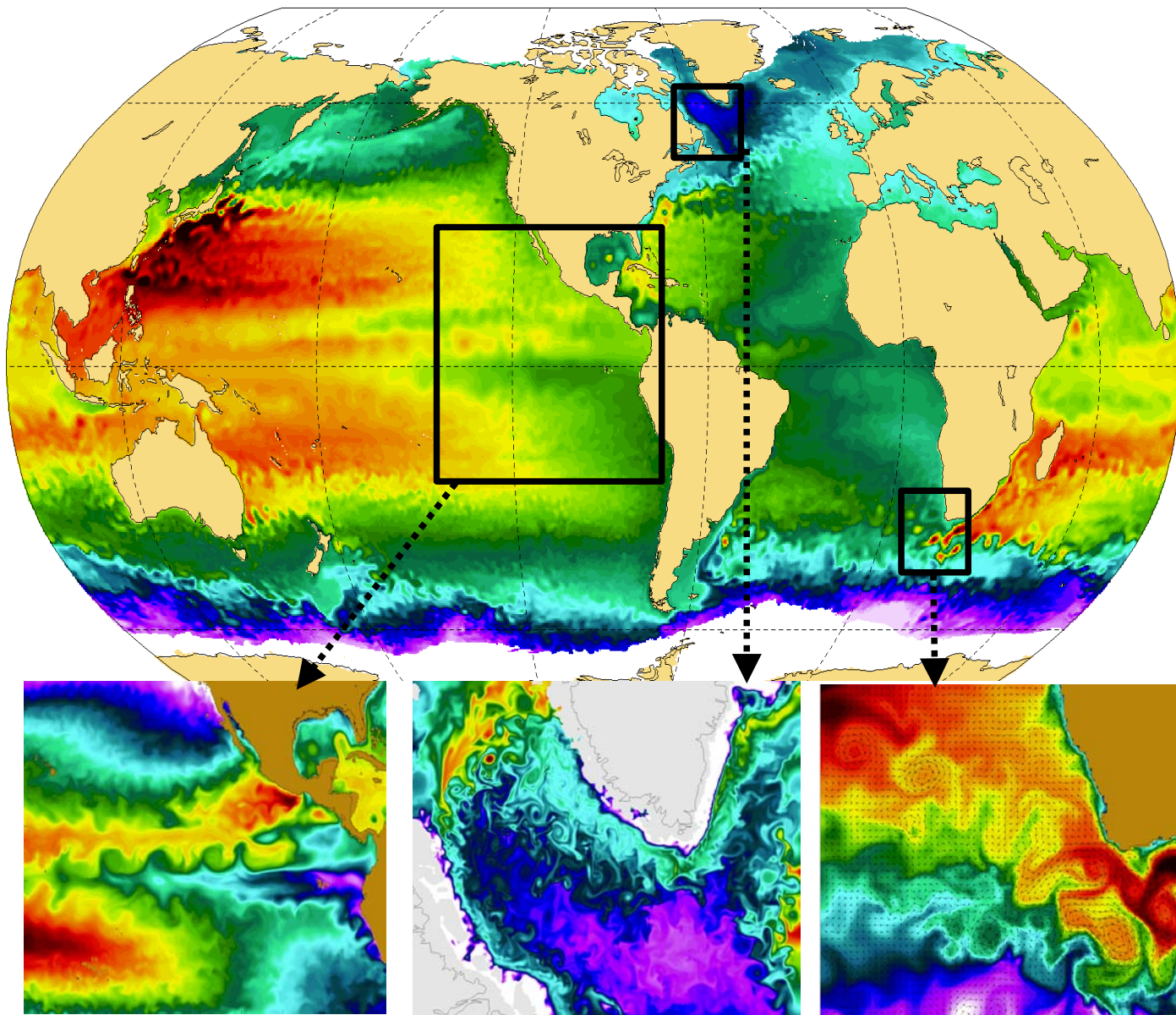
<sup>13</sup> WCRP: World Climate Research Program de l'Organisation Météorologique Mondiale.



bases de données de forçage ou d'observations spatiales ou des données de validation sont une charge très lourde et pour lesquels un soutien complémentaire est nécessaire. Cette réalité est connue de notre tutelle CNRS et du CNES. Elle devrait trouver une solution lors de ce quadriennal.

L'équipe MEOM a vocation à conserver une expertise de premier rang en modélisation océanique globale et à haute résolution et en assimilation de données, dont les applications sont d'abord celle du climat et de l'océanographie opérationnelle. Deux directions nouvelles sont dans les réflexions de l'équipe: la régionalisation des couplages océan-atmosphère et l'importance des non-linéarités dans ces couplages, et l'assimilation de données dans les systèmes couplés physico-biogéochimiques. Des recrutements de jeune chercheur seront proposés au CNRS et à l'université sur ces thèmes selon l'état de nos réflexions le moment venu et les opportunités individuelles.

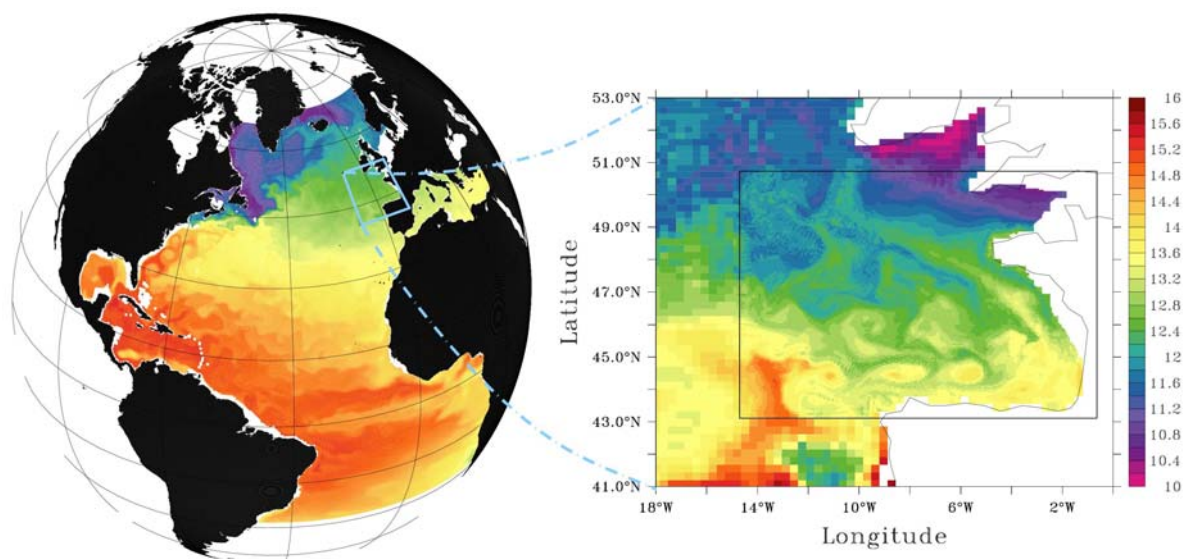
Simulation globale DRAKKAR 1/4° après 10 ans (océan tridimensionnel + glace de mer multicouche). Forçage atmosphérique sans assimilation de données. Sont représentées la topographie de surface océanique (SSH, de -2m en rose à +1m en noir) et la couverture de glace (blanc) le 15 décembre après 10 ans d'intégration. La SSH est par ailleurs mesurée en continu par les altimètres satellitaires (TOPEX/Poséidon, JASON, etc.). Elle renseigne sur la direction, l'intensité, les fluctuations des courants et des tourbillons de surface.



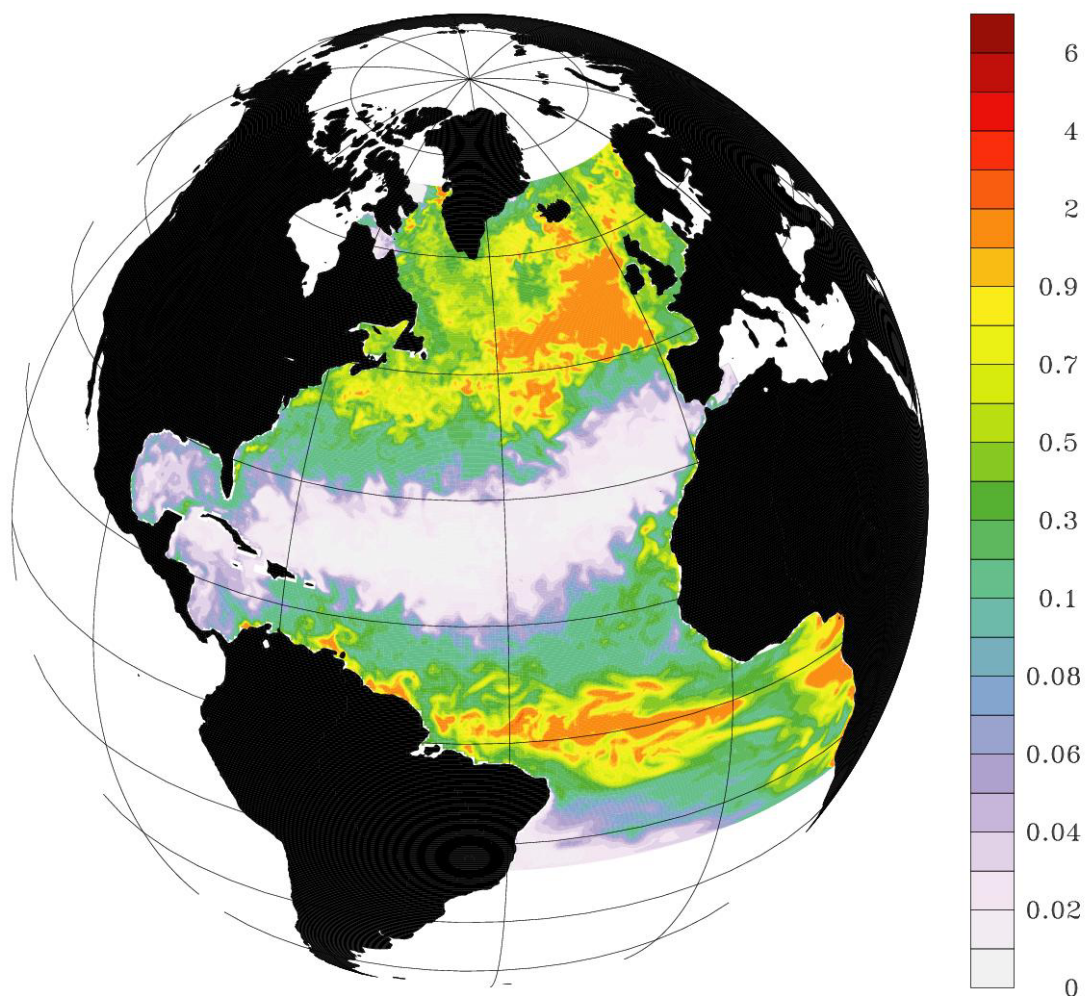
Température instantanée à 30 m de profondeur dans le Pacifique Tropical Est (Eaux chaudes en rouge, eaux froides en bleu). Les eaux froides remontent le long de l'Amérique du sud (upwelling) et sont entraînées vers les îles Galapagos. Ce courant équatorial est le siège d'une forte turbulence, signature d'un système d'ondes équatoriales

Raffinement de maillage AGRIF 1/15° en Mer du Labrador au sein du modèle Atlantique CLIPPER 1/3° : température instantanée à 200m de profondeur (les eaux les plus froides sont en violet et bleu foncé). La turbulence méso-échelle mélange des masses d'eaux d'origine Arctique et subtropicales dans cette région fortement refroidie par l'atmosphère. Les eaux ainsi produites (couleur cyan) rejoignent l'Atlantique Sud en profondeur le long du continent américain.

Température et courants instantanés à 30 m de profondeur au cap de Bonne Espérance. La réflexion du courant des Agulhas (noir) au sud du Cap génère des tourbillons chauds qui dérivent vers le nord-ouest à travers l'Atlantique Sud.



Température à 55m (29 juin 1994) dans le Golfe de Gascogne simulée par le modèle YCOM/GDG15 (au 1/15°) imbriqué dans le modèle HYCOM/ATL3 (au 1/3°) de l'Atlantique Nord. La solution du modèle de bassin est contrainte par assimilation vers la solution du modèle régional, réalisant ainsi une interaction "two way" à contrainte faible entre les 2 modèles.



Distribution superficielle de Chlorophylle A caractéristique du mois de juin 1998 simulée par le modèle d'écosystème P3ZD, couplé au modèle de circulation OPA/NATL3, contraint par assimilation de données d'altimétrie et de température de surface.

## ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

- KILLWORTH P.D., DIETERICH C., LE PROVOST C., OSCHLIES A., WILLEBRAND J. (2001) Assimilation of altimetric data into an eddy-permitting model of the North Atlantic.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, 313 p. , pp. 335-.
- BALLABRERA J., BRASSEUR P., VERRON J. (2001) Dynamical evolution of the error statistics with the SEEK filter to assimilate altimetric data in eddy-resolving ocean models.. Quarterly journal of the Royal Meteorological Society. ISSN : 0035-9009. , n. 127, pp. 233-253.
- BARNIER B., REYNAUD T., BECKMANN A., BONING C., MOLINES J.M., BARNARD S., JIA Y. (2001) On the seasonal variability and eddies in the North Brazil Current : insights from model intercomparison experiments.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611. , n. 48, pp. 195-230.
- BONING C., DIETERICH C., BARNIER B., JIA Y. (2001) Seasonal cycle of meridional heat transport in the subtropical North Atlantic : intercomparison of the DYNAMO models and observations near 25 N.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611.
- BRANKART J.M., PINARDI N. (2001) Abrupt cooling of the Mediterranean levantine intermediate water at the beginning of the 1980s : observational evidence and model simulation.. Journal of physical oceanography. ISSN : 0022-3670. , vol. 31, n. 8, pp. 2307-2320.
- CARME S., PHAM D.T., VERRON J. (2001) Improving the singular evolutive extended Kalman filter for strongly nonlinear models for use in ocean data assimilation.. Inverse problems. ISSN : 0266-5611. , n. 17, pp. 1535-1559.
- CARMILLET V., BRANKART J.M., BRASSEUR P., DRANGE H., EVENSEN G., VERRON J. (2001) A singular evolutive extended Kalman filter to assimilate ocean color data in a coupled physical-biochemical model of the North Atlantic ocean.. Ocean modelling. ISSN : 1463-5003. , n. 3, pp. 167-192.
- CROSNIER L., BARNIER B., TREGUIER A.M. (2001) Aliasing of inertial oscillations in the 1/6° Atlantic circulation Clipper model : impact on the mean meridional heat transport.. Ocean modelling. ISSN : 1463-5003. , vol. 3, pp. 21-32.
- NEW A., BARNARD S., HERRMANN P., MOLINES J.M. (2001) On the origin and pathway of the saline inflow to the Nordic Seas.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 255-288.
- NEW A.L., JIA Y., COULIBALY M., DENG J. (2001) On the role of the Azores current in the ventilation of the North Atlantic ocean.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 163-194.
- PENDUFF T., BARNIER B., BERANGER K., VERRON J. (2001) Comparison of near-surface mean and eddy flows from two numerical models of the South Atlantic ocean.. Journal of geophysical research. ISSN : 0148-0227. , vol. 106, n. C8, pp. 16,857-16,867.
- PENDUFF T., COLIN DE VERDIERE A., BARNIER B. (2001) General circulation and intergyre dynamics in the eastern North Atlantic from a regional primitive equation model.. Journal of Geophysical Research. , vol. 106, pp. 22,313-22,329.
- SOKOLOVSKIY M., VERRON J., VAGINA I.M. (2001) Effect of submerged small-height obstacle on the dynamics of a distributed heton.. Izvestiya. Atmospheric and oceanic physics. ISSN : 0001-4338. , vol. 37, n. 1, pp. 122-123.
- WILLEBRAND J., BARNIER B., BONING C., DIETERICH C., KILLWORTH P., LE PROVOST C., JIA Y., MOLINES J.M., NEW A. (2001) Circulation characteristics in three eddy-permitting models of the North Atlantic.. Progress in oceanography. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 123-162.
- TREGUIER A.M., BARNIER B., DE MIRANDA A., MOLINES J.M., GRIMA N., IMBARD M., MADEC G., MESSENGER C., MICHEL S. (2001) An eddy permitting model of the Atlantic circulation : evaluating open boundary conditions.. Journal of geophysical research. ISSN : 0148-0227. , vol. 106, pp. 22115-22129.

DURAND F., GOURDEAU L., DELCROIX T., VERRON J. (2002) Assimilation of sea surface salinity in a tropical oceanic general circulation model (OGCM) : a twin experiment approach.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 107, n. C12, pp. 5-1-5-14.

PENDUFF T., BARNIER B., KERBIRIOU M.A., VERRON J. (2002) How topographic smoothing contributes to differences between the eddy flows simulated by sigma and geopotential-coordinate models.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 32, n. 1, pp. 122-137.

PENDUFF T., BRASSEUR P., TESTUT C.E., BARNIER B., VERRON J. (2002) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric data in the South Atlantic Ocean : impact on basin-scale properties.. *Journal of marine research*. ISSN : 0022-2402. , vol. 60, pp. 805-833.

SOKOLOVSKIY M., VERRON J. (2002) New stationary solutions to the problem of three vortices in a two-layer fluid.. *Doklady physics*. ISSN : 1028-3358. , vol. 47, n. 3, pp. 233-237.

SOKOLOVSKIY M.A., VERRON J. (2002) Dynamics of triangular two-layer vortex structures with zero total intensity.. *Regular and chaotic dynamics*. , vol. 7, n. 4, pp. 435-472.

BECKERS J.M., RIXEN M., BRASSEUR P., BRANKART J.M., ELMOUSSAOUI A., CREPON M., HERBAUT C., MARTEL F., VAN DEN BERGHE F., MORTIER L., LASCARATOS A., DRAKOPOULOS P., KORRES G., NITTIS K., PINARDI N., MASETTI E., CASTELLARI S., CARINI P., TINTORE J., ALVAREZ A., MONSERRAT S., PARILLA D., VAUTARD R., SPEICH S. (2002) Model intercomparison in the Mediterranean : MEDMEX simulations of the seasonal cycle.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 33-34, pp. 215-251.

REMY E., GAILLARD F., VERRON J. (2002) Variational assimilation of tomography data : twin experiments in a quasi-geostrophic model.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009. , vol. 128, pp. 1739-1758.

GALMICHE M., SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., VERRON J. (2003) Using data assimilation in Laboratory experiments of geophysical flows. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série II. Mécanique, physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre*. ISSN : 0764-4450. , vol. 331/12, pp. 843-848.

CANDELLA J., TANAHARA S., CREPON M., BARNIER B. (2003) The Yucatan channel flow: observations vs CLIPPER ATL6 and MERCATOR PAM05 models. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C3, pp. 3385-

PENDUFF T., BRASSEUR P., TESTUT C.-E., BARNIER B., VERRON J. (2003) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric data in the South Atlantic Ocean: impact on basin-scale properties. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 60, pp. 805-833.

GRYANIK V., SOKOLOVSKIY M., VERRON J. (2003) Dynamics of baroclinic vortices with zero total intensity (hetons). Some aspects of the vortex dynamics. *Fundamental and applied problems in the theory of vortices*. Borisov A.V., Mamaev I.S., Sokolovskiy (Eds). Moscow-Izhevsk. Institute of Computer Science. , pp. 547-622.

BRANKART J.M., TESTUT C.E., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Implementation of a multivariate data assimilation scheme for isopycnic coordinate ocean models : application to a 1993-96 hindcast of the North Atlantic ocean circulation.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C3, pp. 19-1-19-20, 3074 doi: 10.1029/2001JC001198.

BRUSDAL K., BRANKART J.M., HALBERSTAD G., EVENSEN G., BRASSEUR P., VAN LEEUWEN P.J., DOMBROWSKY E., VERRON J. (2003) A demonstration of ensemble-based assimilation methods with a layered OCGM from the perspective of operational ocean forecasting systems.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 253-289.

DEWITTE B., ILLING S., PARENT L., DU PENHOAT Y., GOURDEAU L., VERRON J. (2003) Tropical Pacific baroclinic mode contribution and associated long waves for the 1994-1999 period from an assimilation experiment with altimetric data.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C4, pp. 18-1-18\_19.

FAUGERAS B., LEVY M., MEMERY L., VERRON J., BLUM J., CHARPENTIER I. (2003) Can biogeochemical fluxes be recovered from nitrate and chlorophyll data ? A case study assimilating data in the Northwestern Mediterranean sea at the JGOFS-DYFAMED station.. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 99-125.

GARNIER E., VERRON J., BARNIER B. (2003) Variability of the South Atlantic upper ocean circulation : a data assimilation experiment with 5 years of Topex/Poseidon altimeter observations.. International journal of remote sensing. ISSN : 0143-1161. , vol. 24, n. 5, pp. 911-934.

GULEV S., BARNIER B., KNOCHEL H., MOLINES J.M., COTTET M. (2003) Water mass transformation in the North Atlantic and its impact on the meridional circulation : insights from an ocean model forced by NCEP/NCAR reanalysis surface fluxes.. Journal of climate. ISSN : 0894-8755. , vol. 16, n. 19, pp. 3085-3110.

PARENT L., TESTUT C.E., BRANKART J.M., VERRON J., BRASSEUR P., GOURDEAU L. (2003) Comparative assimilation of Topex/Poseidon and ERS altimeter data and of TAO temperature data in the Tropical Pacific ocean during 1994-1998, and the mean sea-surface height issue.. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 381-401.

TESTUT C.E., BRASSEUR P., BRANKART J.M., VERRON J. (2003) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric observations during 1992-1993 into an eddy permitting primitive equation model of the North Atlantic ocean.. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 291-316.

DURAND F., GOURDEAU L., VERRON J., DELCROIX T. (2003) Can we improve the representation of modelled ocean mixed-layer by assimilating surface-only satellite-derived data ? A case study for the tropical Pacific during the 1997-98 El Nino.. Journal of geophysical research. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C6, pp. 10-29.

BEISMANN J.O., BARNIER B. (2004) Variability of the thermohaline circulation of the North Atlantic: Sensitivity to overflows of dense water masses. Ocean Dynamics. ISSN : 1616-7341. , vol. 54, pp. 92-106.

BIROL F., BRANKART J.-M., CASTRUCCIO F., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Impact of the ocean mean dynamic topography on satellite data assimilation. Marine geodesy. ISSN : 0149-0419. , vol. 27, pp. 59-78.

PENDUFF T., BARNIER B., DEWAR W.K., O'BRIEN J.J. (2004) Dynamical response of the oceanic eddy field to the North Atlantic oscillation : a model-data comparison.. Journal of physical oceanography. ISSN : 0022-3670. , vol. 34, n. 12, pp. 2615-2629.

HALL N., BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variation of Gulf Stream heat transport in a high resolution model forced by reanalysed data.. Climate dynamics. ISSN : 0930-7575. , vol. 23, pp. 341-351.

BIROL F., BRANKART J.M., LEMOINE J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Assimilation of satellite altimetry referenced to the new GRACE geoid estimate.. Geophysical research letters. ISSN : 0094-8276. , vol. 32, n. 6, L06601,doi : 10.1029/2004GL02329.

DEBREU L., BLAYO E., BARNIER B. (2005) A general multi-resolution approach to ocean modelling : experiments in a primitive equation model of the North Atlantic.. Adaptive Mesh Refinement - Theory and Applications Computer Science. , vol. 41.

TREGUIER A.M., THEETEN S., CHASSIGNET E., PENDUFF T., SMITH R., TALLEY L. (2005) The North Atlantic subpolar gyre in four high resolution models.. Journal of physical oceanography. ISSN : 0022-3670. , vol. 35, n. 5, pp. 757-774.

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE OU SOUMISES

ROGEL P., MINSTER J.F., BLAYO E., MOLINES J.M., VERRON J. (2003) Propagation of the dominant sea level signals in the North Atlantic from Topex/Poseidon altimeter data.. Journal of geophysical research. ISSN : 0148-0227.

PENDUFF T., BARNIER B., DEWAR W.K., O'BRIEN J.J. (2004) Dynamical response of the oceanic eddy field to the North Atlantic Oscillations: a model-data comparison. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.

TREGUIER A.M., THEETEN S., CHASSIGNET E., PENDUFF T., SMITH S., TALLEY L. (2004) The North Atlantic subpolar gyre in four high resolution models. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.

HALL N., BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variation of Gulf Stream heat transport in a high resolution model forced by reanalyzed atmospheric data. *Climate dynamics*. ISSN : 0930-7575.

BARNIER B., PENDUFF T., KNOCHEL H.;MOLINES J.M., BECKMANN A., BEISMANN J.O. (2004) Circulation characteristics of a coarse resolution sigma-coordinate model simulation of the North Atlantic ocean.. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.

GRYANIK V.M., SOKOLOVSKIY M.A., VERRON J. (2004) Dynamics of two-layer vortices hetons. Some aspects of vortex dynamics.. M.A.Sokolovskiy (ed).

TREGUIER A.M., BARNIER B., DE MIRANDA A., MOLINES J.M., GRIMA N., IMBARD M., MADEC G., MESSENGER C., MICHEL S. (2004) An eddy permitting model of the Atlantic circulation : evaluating open boundary conditions.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227.

TREGUIER A.M., BOEBEL O., BARNIER B., MADEC G. (2004) Agulhas eddy fluxes in a 1/6° model.. *Deep-sea research. Part I. Oceanographic research papers*. ISSN : 0967-0637.

BERLINE L., TESTUT C.E., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Regional variations of the Gulf Stream position : Re-analysis of a 7-year assimilation experiment.. *International journal of remote sensing*. ISSN : 0143-1161.

MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2005) Data assimilation in a marine ecosystem coupled to a mixed layer model of the upper ocean.. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069.

ROBERT C., DURBIANO S., BLAYO E., VERRON J., BLUM J., LE DIMET F.X. (2005) A reduced-order strategy for 4D-Var data assimilation.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963.

GALMICHE M., SOMMERIA J., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Using data assimilation in laboratory experiments of geophysical flows.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963.

VINCENT P., CAUBET E., PHALIPPOU L., REY L., STEUNOU N., THOUVENOT E., VERRON J. (2005) AltiKa : a Ka-band altimetry payload and system for operational altimetry during the GMES period.. *Sensors*. ISSN : 0746-9462.

COSME E., VERRON J., CASTRUCCIO F., OURMIERES Y., ROBERT C., BLAYO E., BRANKART J.M., BRASSEUR P. (2005) Recent advances in ocean data assimilation with the SEEK filter.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009.

ROBERT C., BLAYO E., VERRON J. (2005) Comparison of reduced-order sequential, variational and hybrid data assimilation methods in the context of a tropical Pacific ocean model.. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.

PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M., MADEC G. (2005) On the use of current meter data to assess the realism of ocean model simulations. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.

WIRTH A., BARNIER B. (2005) Tilted convective plumes in numerical experiments.. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.

CHANUT J., BARNIER B., LARGE W. (2005) Open ocean deep convection : Parameterization of baroclinic eddy fluxes.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.

BERANGER K., BARNIER B., GULEV S., CREPON M. (2005) Comparing twenty years of precipitation estimates from different sources over the world ocean.. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.

FERRY N., REMY E., BRASSEUR P., MAES CH. (2005) The MERCATOR global ocean operational analysis/forecast system : assessment and validation of a 11-year reanalysis.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963.

PARENT L., BRANKART J.M., SMEDSTAD O.M., WALLCRAFT A., TOWNSEND T., HULBURT H., JACOBS G., CHASSIGNET E., BRASSEUR P. (2005) A hindcast experiment with the 1/12° north Atlantic HYCOM model : an upgrade of the current assimilation system.. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.

OURMIERES Y., BRANKART J.M., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) A SEEK filter with incremental analysis updating scheme.. *Journal of atmospheric and oceanic technology*. ISSN : 0739-0572.

ROZIER D., BRANKART J.M., BLAYO E., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Ocean data assimilation with the SEEK filter : a review.. *SIAM review*. ISSN : 0036-1445.

COSME E., CASTRUCCIO F., OURMIERES Y., ROBERT C., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Recent advances in ocean data assimilation with the SEEK filter. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009.

BRASSEUR P., BIROL F., FERRY N., REMY E., TESTUT C.E., TRANCHANT B., BRANKART J.M., VERRON J., BERTINO L., VAN LEUWEN P.J., SCHROTER J. (2005) Ocean data assimilation in the MERCATOR/MERSEA operational systems.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009.

BERANGER K., MADEC G., PENDUFF T., MOLINES J.M., TREGUIER A.M., BECKMANN A., BIASTOCH A., BONING C., DENG J., GULEV S., LE SOMMER J., REMY E., TALANDIER C., THEETTEN S., MALTRUD M. , MCCLEAN J. (2005) Recent progress in modelling the global ocean circulation at eddy permitting resolution. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.

TREGUIER A.M., GOURCUFF C., LHERMINIER P., MERCIER H., BARNIER B., MADEC G., MOLINES J.M., PENDUFF T., CZESCHEL L., BONING C. (2005) Internal and forced variability along a section between Greenland and Portugal in the Clipper Atlantic Model. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.





# MIP

## MICROFLUIDIQUE INTERFACES PARTICULES

### MEMBRES PERMANENTS

Achard J.L. 80%	DR2 CNRS Chef d'équipe
Davoust L.	CR1 CNRS
Soucemarianadin A.	PR1 UJF
Tardu S. 50 %	MCF UJF

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Broboana D.	Visiteur	Avr.-Mai 05, Oct.-Déc.05
Georgescu C.	Visiteur	Avr.-Mai 05, Sept 05
Lopez Brice	Post-doc	Incubateur Grain 09//03 -04/05

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Nacereddine R.	Sté Algérienne	Sept. 03
Picard C.	MENESR	Sept. 03
Roux J.M.	CEA	Sept. 03
Vadillo D.	MENESR	Sept. 03
Yu L.H.	IFT-NTU Corée	Sept. 05

#### Thèses externes en cours

Cittadino J.M..	Région	09/02 LCIS, ESISA
Leveder T.	CEA	09/05 LETI/CEA

#### DRT en cours

Ishida Y.	LETI/CEA	10/05
Larrea A.S.	LETI/CEA	10/05

#### Thèses soutenues

Drazek L.	MENESR	Oct. 04
Ploesteanu C.	MENESR	Déc. 04, Coll. Turbocav
Sandu M.	BGF	Nov. 03, co-tutelle UTCTB

139

### STAGIAIRES

Chabal J.	IUT Génie Electrique et Informatique industrielle	14/04/05 - 08/07/05
Gratier J.	ENSPG, PFE	2005
Ishida Y.	ENSPG PFE	2005
Fraychet L.	Licence et Maîtrise IUP MAI, UJF	2004 et 2005
Grenouillat E.	Licence IUP MAI, UJF	2004
Laffont J.L.	IUT Génie Electrique et informatique industrielle	03/05/04 - 06/08/04
Nevado Pissaro	ENSEEG PFE	01/02/04 - 31/07/04
Schurtz A.	ENSGI PFE	01/04/04 - 29/05/04
Tembely M.	Magistère Mécanique, UJF	21/04/04 - 30/07/04
Ang Eng S.	ENSHMG 2ème année	01/03/03 - 31/08/03
Diez L.	ENSPG PFE	2003
Guelbi A.	M1 IUP GSI, UJF	2003
Witomski A.	ENSPG 2ème année	2003

### DEA, DRT

Frassy J.	05	MFT
Galbrun E.	04	Sciences et Ing.
Roux J.M.	04	Sciences et Ing.
Vadillo D.	03	MFT
Allaman S.	03	DRT
Fuchs O.	03	DRT
Schmitt C.	02	MFT
Royon A.	02	MFT

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

L'équipe MIP est née au début de ce quadriennal à partir d'un noyau de chercheurs de l'ancienne équipe Ecoulements Diphasiques. A l'invitation du CEA/LETI désireux de développer les biotechnologies, ces chercheurs ont en effet accepté de s'ouvrir sur la microfluidique, véritable génie des procédés dédié aux microsystèmes d'analyse de demain. Plus précisément, l'équipe MIP s'est positionnée à l'intersection de trois secteurs disciplinaires : (i) La microfluidique en gouttes (ou discrète) (ii) La rhéologie des interfaces fluide-fluide, avec une attention apportée aux phénomènes de sorption de surfactants biologiques ainsi qu'aux effets Marangoni, (iii) L'électrohydrodynamique.

Des collaborations ont été nouées dès le début avec d'autres laboratoires comme l'UMR SprAM (CEA/DRFMC, Prof. J.-F. Legrand), l'UMR LGEB (UCBL, Dr. A.Girard Egrot, Prof. L. Blum) ou encore des entreprises comme Agfa-Gevaert. Elles l'ont été aussi avec d'autres équipes du LEGI comme l'équipe ondes (Prof. E. Barthélémy). Toutefois la caractéristique essentielle de MIP reste ainsi sa relation très forte avec le LETI et surtout le service BioSoC (Bio System on Chip dirigé par P. Le Ber) du DTBS (Département □ -Technologies pour la Biologie et la Santé, dirigé par J.Chabbal. Cette relation a été concrétisée par la mise en place (officiellement le 24/06/2003, officieusement plus d'un an avant) d'une convention de collaboration appelée PIM « Particules, Interfaces & Microfluidique » impliquant le CEA d'une part et l'INPG/UJF/CNRS d'autre part.

A travers cette convention, des chercheurs CEA - appartenant principalement à BioSoC - collaborent de façon permanente (1 ou 2) ou occasionnelle (5 à 10) avec les chercheurs de MIP *via* des contrats de recherches spécifiques au LETI. Comme l'équipe MIP développe au LEGI des activités indépendantes de celles pratiquées au LETI (équipe PIM), mais thématiquement proches, les activités conduites au sein du LETI et au LEGI se complètent et s'enrichissent mutuellement sur le plan scientifique. Les membres de MIP ont été ainsi conduits à développer les différents thèmes ou domaines applicatifs suivants : (i) Cristallisation 2-D de protéines, (ii) Nouveaux capteurs biologiques de types puces à ADN, (iii) Nouveaux composants pour les laboratoires sur puces et (iv) Systèmes d'extraction en micro-canaux ou micro-cavités. Les principaux résultats acquis durant la période 2002-2006 seront présentés suivant des opérations relatives à ces quatre thèmes.

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### **Cristallisation 2-D de protéines.**

#### **Contrôle par l'hydrodynamique de l'assemblage 2-D de protéines dans une interface au-air** (L.Davoust, coll. J.F. Legrand, SPRAM/DRFMC/CEA)

Certaines protéines solubles, des complexes protéiques et la plupart des protéines membranaires ne peuvent être analysés par la voie traditionnelle de la cristallographie 3-D par rayons X. L'obtention de cristaux 2-D à l'interface entre un gaz et un liquide puis l'utilisation de la microscopie électronique constitue une alternative pour ces protéines mais les méthodes classiques d'assemblage 2-D en puits statique ne permettent pas la croissance de monocristaux de grandes dimensions et empêchent la détermination de structures moléculaires à haute résolution.

Cette opération de recherche (thèse : L. Drazek ; stages : L.Diez & A.Schürtz) vise à établir une nouvelle méthode reposant sur des pilotages originaux d'écoulements dans la sous-phase liquide afin d'optimiser la croissance de monocristaux 2-D de protéines à une interface liquide/gaz. L'interface liquide a été observée sur un prototype à l'aide d'une instrumentation *ad-hoc* fondée sur la microscopie à angle de Brewster. Un modèle analytique de l'écoulement résultant, validé par des expériences originales de vélocimétrie dans l'interface air /eau, a été également mis en œuvre.

## Capteurs biologiques de type puce à ADN

### Système de balayage magneto-hydrodynamique pour les biopuces (J-L. Achard, coll. D. Massé & A. Glière, BioSoC /DTBS/LETI/CEA)

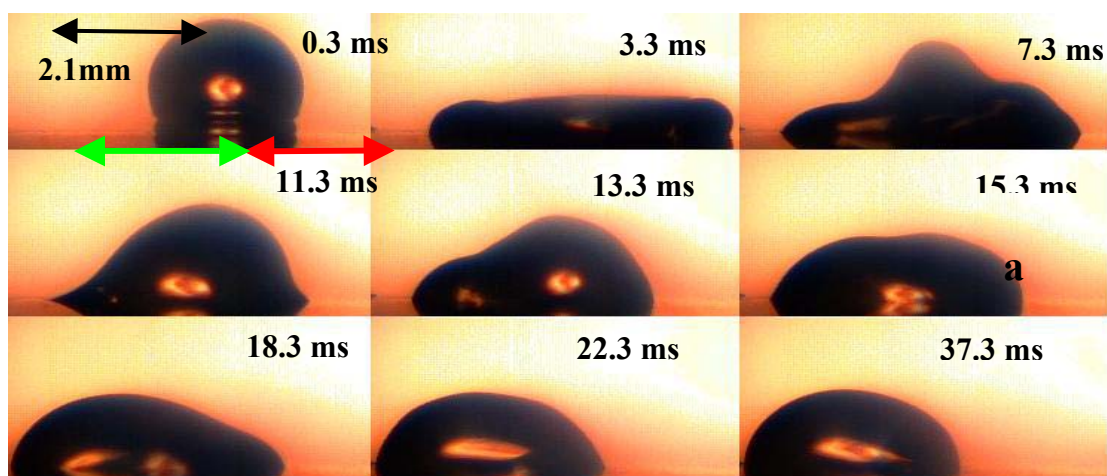
Mélanger les fluides dans les microsystèmes d'analyse ou biopuces exige des approches nouvelles. En effet, les écoulements qui s'y manifestent se caractérisent par une absence de turbulence (nombres de Reynolds très bas) ; par ailleurs, il apparaît difficile de mettre en place des pièces mobiles. Parmi les nouveaux mécanismes physiques envisagés, ceux qui sont fondés sur la magnétohydrodynamique apparaissent comme les plus prometteurs. A été conçu, testé et breveté (DEA : E. Galbrun ; stage : A.Witomski) un dispositif fondé sur la force de Laplace permettant d'atteindre les objectifs ci-dessus évoqués. Des simulations numériques ont permis de mettre en place des outils de dimensionnement pour un dispositif optimal de ce type. Une analyse dimensionnelle poussée de la cinétique des phénomènes antérieurs au phénomène d'hybridation pour n'importe quel type de biopuce a été parallèlement conduite.

### Dispense de fluides polymériques pour les applications biotechnologiques

(A. Soucemarianadin, coll. F. Vinet, C. Delattre & G. Marchand, BioSoC /DTBS/LETI/CEA)

Les puces à ADN sont constituées d'un ensemble de sondes moléculaires (oligonucléotides) immobilisées sur la surface miniaturisée d'un substrat. De nombreux procédés de réalisation des matrices de sondes ont été décrits et développés pour améliorer la miniaturisation et la capacité de sites d'analyse sur la puce. Différentes approches ont été proposées dont celle brevetée par le LETI-CEA qui est basée sur la synthèse in-situ des oligonucléotides sondes sur un substrat activé.

Ce procédé de synthèse met en œuvre une stratégie de protection sélective de sites, par un dépôt de polymère réalisé par un micro distributeur.



**Figure 1** : Impact d'une goutte polymérisée à l'extérieur (hydrophobe) de la zone fonctionnalisée puis centrage par étalement anisotrope (déplacement de la gauche vers la droite) de cette goutte sur cette zone (hydrophile).

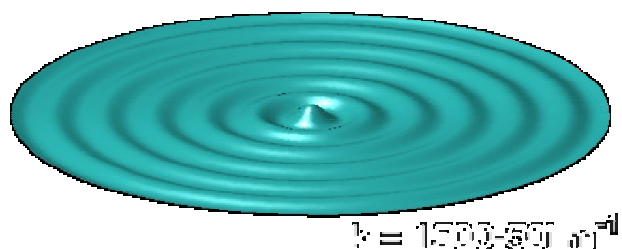
Ce film joue son rôle protecteur durant le temps d'un cycle de synthèse ; il est ensuite éliminé dans une étape de rinçage pour permettre un nouveau dépôt sélectif dans les sites choisis. L'étalement du film protecteur est une donnée contrôlable par impact et étalement spécifique d'une goutte polymérisée sur un substrat défini localement hydrophile et hydrophobe ailleurs (figure1). Dans une première étape, les travaux effectués (thèse : D.Vadillo ; stages : E.Grenouillat, L.Fraychet & M. Tembely) ont permis, d'une part d'améliorer l'éjection de goutte en optimisant la concentration de polymère et la forme d'onde envoyée au micro distributeur, d'autre part de proposer différentes alternatives en termes de formation de film protecteur.

### Puce à interface eau-air (L.Davoust, coll. A.Girard-Egrot & L.Blum, LGEB/UCBL)

Cette opération (thèse : C.Picard; stages : A.Nevado-Pissaro, J-L. Laffont & J. Chabal) s'attache au développement d'une bio-puce qui se distingue de celles actuellement en vigueur sur le marché du diagnostic médical et qui doit être sensible à de faibles concentrations d'ADN. Nous avons déjà

obtenu pour cette autre filière, beaucoup moins répandue, un brevet important. La physico-chimie joue donc un rôle essentiel mais également la microfluidique, à la fois pour accélérer le processus d'hybridation et permettre le *focusing* en un point de cibles ADN hybridées (objectif de détection).

**Figure 2 :** Ondes capillaires cylindriques quasi-stationnaires engendrées à la surface d'un cylindre faiblement agité verticalement (atténuation radiale : partie imaginaire du nombre d'onde non nulle).



## Laboratoires sur puces

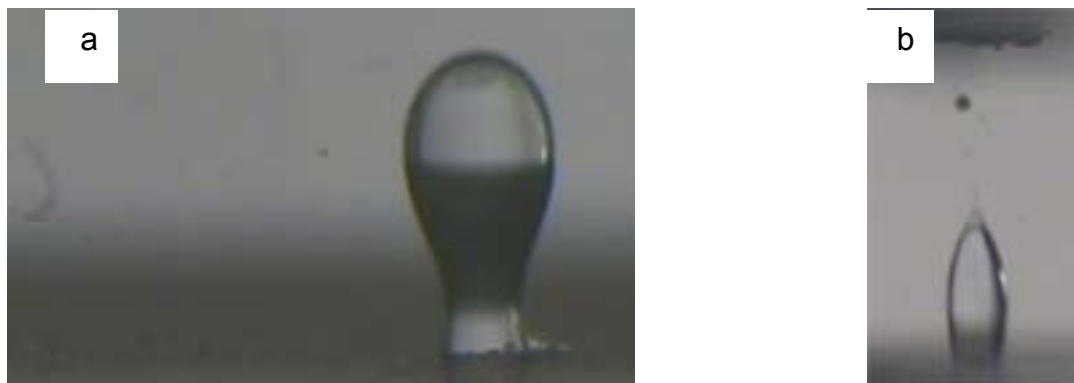
### Dispositif de contrôle du déplacement d'une goutte entre plusieurs substrats solides.

(J-L. Achard, coll. Y. Fouillet, A.Glière & P. Pham, BioSoC /DTBS/LETI/CEA)

Les labopuces sont généralement des systèmes planaires dans lesquels les gouttes sont déplacées pour réaliser les différentes étapes d'un protocole biologique. Pour ce faire de nombreux dispositifs ont été imaginés ; ainsi au LETI on a conçu un dispositif sur lequel des micro-gouttes, posées sur une matrice d'électrodes, peuvent être déplacées par électromouillage suivant un réseau microcaténaire. Au cours d'un protocole, il peut être également intéressant d'exploiter également la troisième dimension en déplaçant verticalement une goutte pour l'amener sur un substrat en regard du plan de déplacement, sur lequel des observations ou des réactions physico-chimiques spécifiques pourraient être effectuées.

Des études fondamentales (Thèses : J-M.Roux, A.Bensalama), à la fois expérimentale et théorique, d'une goutte d'eau plongée dans un condensateur plan dont le diélectrique est une huile non miscible avec la goutte ont été conduites. Les électrodes de ce condensateur jouent le rôle des deux substrats distincts ; en imposant un champ électrique ajustable elles permettent le déplacement vertical de la goutte : lévitation ou chute (phénomènes indésirables observés figure 3a & 3b). Il est résulté de ces études un dispositif permettant un va et vient rapide et contrôlé de la goutte entre les deux substrats.

142



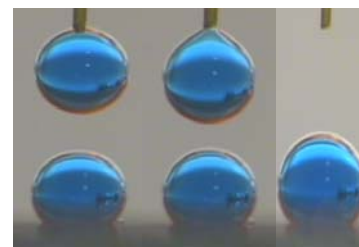
*Figure 3a :* Sous champ électrique (1500Volt/cm), s'il y a mouillage de la goutte, celle-ci se déforme avant son décollage qui n'apparaît alors qu'à des valeurs élevées du champ.

*Figure 3b :* Le champ électrique s'accroissant, formation d'un cône de Taylor puis expulsion de gouttelettes.

### Distribution par électrocoalescence dans les labopuces ouverts (J-L. Achard, coll. Y. Fouillet, BioSoC /DTBS/LETI/CEA).

Les labopuces ouverts (goutte reposant simplement sur un seul substrat actif) permettent d'utiliser des méthodes de distribution classique ; dans le cas où ces dernières visent la fusion de deux gouttes, une goutte posée déjà insérée dans le système et une goutte de réactif par exemple venant de l'extérieur, l'occurrence de la dite fusion est aléatoire, notamment dans le cas où le fluide entourant la goutte est visqueux. Pour assurer un drainage efficace du fluide interstitiel, on impose (DRT : Fuchs O.) pendant un court instant, un champ électrique suivant l'axe passant par le centre des gouttes : il s'agit d'un processus d'électro-coalescence (figure 4a).

**Figure. 4a** : Les principales étapes d'une expérience de coalescence : (1) Etat initial, aucun champ n'est imposé. Les deux gouttes sont sphériques. (2) On impose une différence de potentiel (durée : 50ms) au système et les deux gouttes se déforment. (3) La goutte pendante s'est détachée de l'aiguille (ddp : 540 volts) et a fusionné avec la goutte posée.



L'union des deux masses fluides se produit par encapsulation de la goutte émise par la goutte réceptrice. A la fin de ce phénomène, une structure en forme de "champignon" apparaît (figure 4b).



**Figure 4b** : Les principales étapes de l'encapsulation : (1) goutte «volante» (2) état initial du mélange: la structure «champignon»

## Systemes d'extraction

### Dispositif d'extraction de bioparticules présentes dans l'air en vue de leur intégration dans les microsystèmes d'analyse (J-L. Achard, coll. Y.Fouillet & A.Glière, BioSoC /DTBS/LETI/CEA)

Les échantillonneurs d'air séparent des particules solides et/ou liquides et les concentrent dans des quantités réduites de liquide qui seront *in fine* analysées dans les micro dispositifs intégrés et miniaturisés. Parmi ces derniers, les échantillonneurs microbiologiques visent des applications telles que l'exposition professionnelle aux polluants, le contrôle de la qualité de l'air et le renforcement de la lutte anti-terroriste incluant la détection d'agents pathogènes. Pour ces derniers types de dispositifs, la connexion entre les échantillons gazeux et les microsystèmes pose des difficultés qui sont mal résolues. Les bioparticules sont en effet véhiculées dans un milieu gazeux dont les échelles sont généralement bien supérieures aux échelles microscopiques du micro-dispositif d'analyse. Le dispositif sur lequel nous travaillons (thèse : Galbrun E.) peut être qualifié d'électrofiltre par voie humide. La voie humide permet une meilleure efficacité et assure la capture des particules submicroniques qui, sans condensation, échapperaient à la collection.

### Nouveau microsystème d'extraction liquide - liquide fondé sur l'EHD (L. Davoust, coll. N.Sarrut & A.Glière, BioSoC /DTBS/LETI/CEA)

En se fondant sur les phénomènes relevant de l'E.H.D. aux interfaces fluide/fluide, un micro système a été imaginé pour améliorer le processus d'extraction liquide/liquide comportant deux liquides non miscibles, par exemple une phase aqueuse et un solvant organique. Mettant à profit la différence de permittivité diélectrique des deux milieux, elle devrait permettre d'atteindre les deux objectifs complémentaires que sont la stabilisation de l'interface séparant les deux liquides et l'amélioration du transfert de masse à travers cette interface.

La démarche engagée (stage : J.Gratier) repose sur une modélisation des mécanismes physiques impliqués, une résolution numérique du modèle obtenu en utilisant la méthode des éléments finis et conjointement d'une résolution analytique d'une partie du problème par une technique de perturbations.

## ► METHODES, OUTILS

### Outils numériques

En ce qui concerne les codes industriels, l'équipe PIM s'appuie largement (mais non exclusivement) sur les choix, le soutien technique et les machines du service BioSoC /DTBS/LETI/CEA. Un code de suivi d'interface (CANARD) continue d'être développé en collaboration avec le LETI/CEA ; ce code, né dans l'équipe diphasique, est fondé sur la Méthode Intégrale aux frontières. Il a été étendu aux phénomènes relevant de l'EHD dans le cadre de la thèse de A. Benselama.

### Installations et méthodes expérimentales

Depuis sa création, l'équipe MIP a réussi à se doter tout au long de ce quadriennal d'une plateforme expérimentale en propre, permettant d'aborder des problèmes de microfluidique d'un nouveau type pour le LEGI ; de nombreux équipements à base d'optique ont du être acquis parmi lesquels on peut citer un appareil permettant la microscopie à angle de Brewster (BAM) mais aussi de l'ellipsométrie. Afin de prendre en compte les phénomènes physicochimiques incontournables pour la microfluidique interfaciale, l'équipe s'est également dotée d'une cuve de Langmuir. Des recherches sont également poursuivies dans le laboratoire microfluidique du service BioSoC /DTBS/LETI/CEA avec lequel des échanges de matériels identifiés ont été rendus possibles dans la convention PIM. Comme les autres équipes du LETI, l'équipe PIM dans le cadre de la convention MIP peut s'appuyer sur le potentiel du LETI pour concevoir et faire fabriquer les microcomposants dont elle a besoin pour sa recherche.

## ► PERSPECTIVES

144

La venue prochaine d'un étudiant en thèse, Y. L.Huang (01/09/2005, bourses de l'Institut Français à Taiwan et de la National Taiwan University), devrait permettre de poursuivre les recherches concernant le thème 1. Sur le plan applicatif, un projet (MicroFluElectroNTC) a été soumis en réponse à l'appel d'offres ANR Nanosciences & Nanotechnologies (projet sur les nanotubes fonctionnalisés par électrochimie sur une interface fluide).

Concernant le deuxième thème, il a été décidé de proroger l'opération (§2.2.2) en concertation avec le partenaire industriel YAMATAKE ; on s'attachera à optimiser l'épaisseur du film protecteur et à réduire de façon sensible la taille des matrices de façon à augmenter leur densité sur une puce. Différentes stratégies d'éjection de goutte et de dépôt sur des surfaces fonctionnalisées seront envisagées et validées par lecture finale en fluorescence. Ce travail de recherche sera également soutenu par une bourse de doctorant du CEA et un financement du laboratoire par l'Institut Fédératif des Nanosciences (IdNano). Un des objectifs dans la mise en œuvre de la biopuce (eau-air) de l'opération (§2.2.3) sera de rechercher un enchaînement de procédés moléculaires et fluidiques suffisamment simples pour déboucher sur une valorisation industrielle.

La première opération (§ 2.3.1.) du thème 3 sera poursuivie à la fois sur le plan des applications (mis au point d'un démonstrateur combinant le déplacement vertical avec d'autres fonctionnalités plus classiques d'une labopuce) et sur le plan fondamental de l'interaction EHD d'une goutte conductrice avec une électrode (déformation, force de décollement, trajectoire ultérieure...). Une nouvelle opération d'une nature générique par rapport à n'importe quel type de labopuces dont il est indispensable de réduire le coût, sera lancée par A.Soucemarianadin. Elle concernera le tracé d'électrodes très fines (20  $\mu\text{m}$  de largeur) sur différents types de substrats. C. Lécot (Université de Savoie) envisage son insertion dans PIM suivant une opération, l'étalement d'une goutte dans des conditions non-isothermes (stagiaire : J. Frassy) que nous allons décrire. L'objectif de ce stage est de conduire une étude à la fois expérimentale et de modélisation des différents phénomènes hydrodynamiques liés à l'étalement d'une goutte de *fluide impactant* sur un substrat solide et qui peut être soumis à des variations brutales de température par rapport à l'ambiante.

Enfin S. Tardu qui vient de rejoindre MIP souhaite étudier les effets hydrodynamiques engendrés par un potentiel Zeta et une conductivité non uniforme en visant des applications au micromélange en protéomique. (CEA-LETI, LAAS).

Dans le cadre du thème 4, l'objectif central de la thèse de E. Galbrun (§2.4.1) sera d'aboutir à un démonstrateur d'électrofiltre par voie humide. Il y aura un prolongement de l'opération (§2.4.2) prévu en DRT (18 mois) à partir du 03/10/2005 avec Y. Ishida. Parallèlement à la continuation des simulations numériques, l'utilisation d'un micro-système et la réalisation de mesures sont prévues afin de vérifier que les principes posés sont transposables à la réalité des microsystèmes hétérogènes silicium / polymère / verre.

## ▶ INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

### Régional

Participation à des programmes régionaux : Avenir / Fonds d'Incitation au Transfert Technologique (via INPG).

### National

MIP est membre du Réseau Microfluidique du CNRS. J.-L. Achard est expert de la veille « Instrumentation pour la biologie » à l'« Observatoire des Micro&NanoTechnologies » (OMNT 17, av. des Martyrs 38 054 Grenoble cedex 09 ). L'OMNT devient une UMS, c'est à dire une Unité Mixte de Service entre le CEA et le CNRS (n°2920).

Participation à plusieurs programmes nationaux pilotés par L. Davoust. Le MENRT a soutenu MIP dans le cadre des deux ACI thématiques «Nouvelles méthodologies analytiques et capteurs » et «Physicochimie de la matière complexe», d'une action spécifique « microfluidique».

L. Davoust a participé à l'organisation d'une session du PPF DYnamique des Systèmes Complexes (décembre 2003).

### International

A. Soucemarianadin coordonne les activités entre l'UJF et les Instituts et Universités indiens. Objectifs principaux : (i) organisation une conférence de présidents d'Université Français et Indiens pour définir une politique globale de coopération (ii) mise en place d'une politique de renforcement de la coopération entre la France et l'Inde dans des domaines spécifiques : eau, environnement, nanosciences et nanotechnologies.

Participation à plusieurs programmes Européens : PRODIJ (Projet bi-latéral labélisé Eurêka)/ Image-In (5ème PCRD ). Le programme ECONET (Ministère des Affaires Etrangères) a permis d'accueillir au LEGI, D. Broboana et C. Georgescu.

A. Soucemarianadin a participé au lancement et à l'organisation du premier colloque Franco-Indien Nanosciences - Nanotechnologies dans les locaux de l'Indian Institute of Science (IISc) à Bangalore (Octobre 2004).

J-L Achard a participé à l'organisation du Colloque Euromech «Microfluidics and Transfer» organisé au LEGI (TCM et PIM) (Septembre 2005).

L. Davoust a participé à l'organisation du «2nd Annual European Rheology Conference» à Grenoble (Avril 2005). Plus récemment, S. Tardu et L. Davoust ont mis en place une collaboration scientifique avec l'Université Nationale de Taiwan (NTU) à Taipei (département Mechanical Engineering).



## ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

GEORGESCU C., ACHARD J.-L., CANOT E. (2002) Jets drops ejection in bursting gas bubble process. *European journal of mechanics. B. Fluids*. ISSN : 0997-7546. , vol. 21, n. 2, pp. 265-280.

HAMMOUMI M., ACHARD J.-L., DAVOUST L. (2002) Measurements of air entrainment by vertical plunging vertical jets. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 32, pp. 624-638.

DAVOUST L., EL HAMMOUMI M., ACHARD J.-L. (2002) Air entrainment by a plunging jet: the dynamical roughness concept and its estimation by a light absorption technique. *International journal of multiphase flow*. ISSN : 0301-9322. , vol. 28, pp. 1541-1564.

CANOT E., DAVOUST L., EL HAMMOUMI M., LACHKAR D. (2003) Numerical simulation of the buoyancy-driven bouncing of a 2-D bubble at a horizontal wall. *Theoretical and computational fluid dynamics*. ISSN : 0935-4964. , vol. 17, pp. 51-72.

BLONDIAUX N., DAVOUST L., BERTHIER J., MASSE D., GINOT F. (2003) Adsorption de protéines à une interface eau/air fonctionnalisée. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 4, pp. 67-74.

PHAM P., ACHARD J.L., MASSE P., BERTHIER J. (2003) Modélisation d'un écoulement Marangoni dans une goutte en équilibre avec sa vapeur. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5, pp. 58-65.

ALLAMAN S., DESIE G., VADILLO D., SOUCEMARIANADIN A. (2003) Impact and spreading of micro-drops onto solid substrates. *Mecanique et Industries*. , vol. 4, n. 4, pp. 443-455.

MAITRE T., ACHARD J.-L. (2003) Une source d'énergie renouvelable possible : les hydrauliennes. *Revue de l'énergie*. ISSN : 0303-240X. , vol. 546, pp. 315-319.

FOUILLET Y., ACHARD J.L. (2004) Microfluidique discrète et biotechnologie. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069. , pp. 577-588.

TARDU S. (2004) Analysis of the electric double layer effect on the microchannel flow stability. *Microscale thermophysical engineering*. ISSN : 1089-3954. , vol. 8, pp. 383-401.

TARDU S. (2004) Interfacial electrokinetic effect on microchannel flow stability. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 126, pp. 10-14.

TARDU S. (2004) The electric double layer effect on the microchannel flow stability and heat transfer. *Superlattices and microstructures*. ISSN : 0749-6036. , vol. 35, pp. 513-529.

DESIE G., DEROOVER G., DE VOEGHT F., SOUCEMARIANADIN A. (2004) Printing of dye and pigment based aqueous inks onto porous substrates. *Journal of imaging science and technology*. ISSN : 1062-3701. , vol. 48, n. 5, pp. 389-397.

DRAZEK L., LEGRAND J.F., DAVOUST L. (2005) A first attempt to enhance the 2-D single crystal growth of a protein at an air/water interface from hydrodynamics. *Journal of crystal growth*. ISSN : 0022-0248. , n. 275, pp. 1467-1472.

ACHARD J.-L., GEORGESCU C. (2005) Quasi-steady formation of bubbles and drops viewed as processes that break bifurcation. *Journal of engineering mathematics*. ISSN : 0022-0833. , vol. 52, pp. 147-164.

GEORGESCU C., CANOT E., ACHARD J.L. (2005) Local vortex formation in bursting air bubble collapsing process. *Transactions on Mechanics, Scientific bulletin of the Politehnica University of Timisoara*. ISSN : 1224-6077. , n. 50, pp. 177-184.

► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE OU SOUMISES

TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) On a new by-pass transition mechanism in wall bounded flows. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631.

TARDU S. (2005) Effect of the double electric layer on the by-pass transition mechanism in microchannel flows. *Microfluidics and Nanofluidics*. ISSN : 1613-4982 .

DAVOUST L., PICARD C., LACHKAR D. (2005) Ageing of a gas/liquid interface elongated by standing waves. *Colloids and surfaces. A. Physicochemical and engineering aspects*. ISSN : 0927-7757.

PICARD C., DAVOUST L. (2005) Optical investigation of a wavy ageing interface. *Colloids and surfaces. A. Physicochemical and engineering aspects*. ISSN : 0927-7757.

ROUX J.M., FOUILLET Y., ACHARD J.L. (2005) Déplacement 3D d'une microgoutte par des forces électrostatiques pour des laboratoires sur puces. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368.

MAITRE TH., ACHARD J.L., GUITTET L., PLOESTEANU C. (2005) Marine turbine development : numerical and experimental investigations. *Transactions on Mechanics, Scientific bulletin of the Politehnica University of Timisoara*. ISSN : 1224-6077.

BENSELAMA A., ACHARD J.L., PHAM P. (2005) Numerical simulation of uncharged droplets in a uniform electrical field. *Journal of electrostatics*. ISSN : 0304-3886.



# MOST

## MODELISATION ET SIMULATION DE LA TURBULENCE

### MEMBRES PERMANENTS

Lesieur M.	PRCE INPG Chef d'équipe
Metais O.	PR1 INPG
Bégou P.	IR2 CNRS

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Wirth A.	Post-doctorant	Epshom	10/03 – 09/05
Neves Bettencourt	Post-doctorant	Epshom	06/01 – 10/02
El Alimi S.	Visiteur	ENIT	01/05 – 04/05
			06/05 – 07/05
Azzi A.	Visiteur	USTO	11/04 – 08/05
Si Ameur M.	Visiteur	UHLB	01/04 - 04/04

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Ballarac G.	MENESR	Oct. 03
Bijak J.	Région	Oct. 05 (Co-tutelle)
Munch C.	MENESR	Oct. 02

#### Thèses soutenues

Maidi M.	MENESR	Nov. 04
Hébrard J.	MENESR	Oct. 04
Chatelain A.	CDD CEA	Sept. 04
Hauët G.	MENESR	Déc. 03
Beer A.	MENESR	Mai 03

### STAGIAIRES

Atares J	ETSIA, Univ. Polytech. Madrid	12/09/05 – 17/02/06
Bijak J.	Univ. Czestochowa	2004
Ningre M.	INSA Rouen	2003
Munch C.	ENSHMG PFE	04/03/02 - 30/06/02
Gervaise E.	ENSHMG PFE	04/03/02 - 30/06/02
Guyomarc	ENSIMAG 2 <sup>ème</sup> année	24/06/02 – 19/08/02
Balarac G.	ENSHMG PFE	04/03/02 – 30/06/02

### DEA, DRT

Cheik Zaouali	04	MFT
Balarac G.	03	MFT
Munch C.	02	MFT
Gervaise E.	02	MFT
N'Guyen C.	02	MFT

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

Nous développons des simulations numériques directes (SND) et des grandes échelles (SGE) de la turbulence. Les modèles sous-maille utilisés sont les modèles Grenoblois de la fonction de structure sélective ou filtrée, qui ont donné de remarquables résultats. Une partie importante de nos recherches concerne la dynamique des tourbillons cohérents, que nous analysons par différents critères (vorticité, pression, critère Q, critère «  $\lambda^{-2}$  »). Nous nous intéressons aux écoulements incompressibles, stratifiés en densité (approximation de Boussinesq) ou compressibles (gaz parfaits sans ou avec gravité). Un effort important a été fait pour l'étude des transferts thermiques dans des situations industrielles impliquant des géométries complexes. Nous étudions aussi le contrôle de la turbulence par perturbations périodiques, afin d'améliorer les transferts thermiques ou réduire le bruit d'origine aérodynamique.

Il faut préciser que les travaux importants qui vont être présentés, et qui ont été reconnus au plus haut niveau par l'élection à l'Académie des sciences de M. Lesieur et la parution imminente d'un livre chez Cambridge University Press, ont été réalisés avec un effectif de l'équipe MOST en chercheurs permanents totalement sous-critique pour prendre en compte pleinement les développements industriels et environnementaux des découvertes majeures sur la turbulence et la dynamique tourbillonnaire faites dans cette équipe. Ce cri d'alarme a déjà été lancé, et la section X du Comité National du CNRS s'en était inquiétée dans ses conclusions sur le laboratoire. Mais rien n'a été fait, et on peut craindre la disparition de notre équipe dans les années qui viennent.

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

150

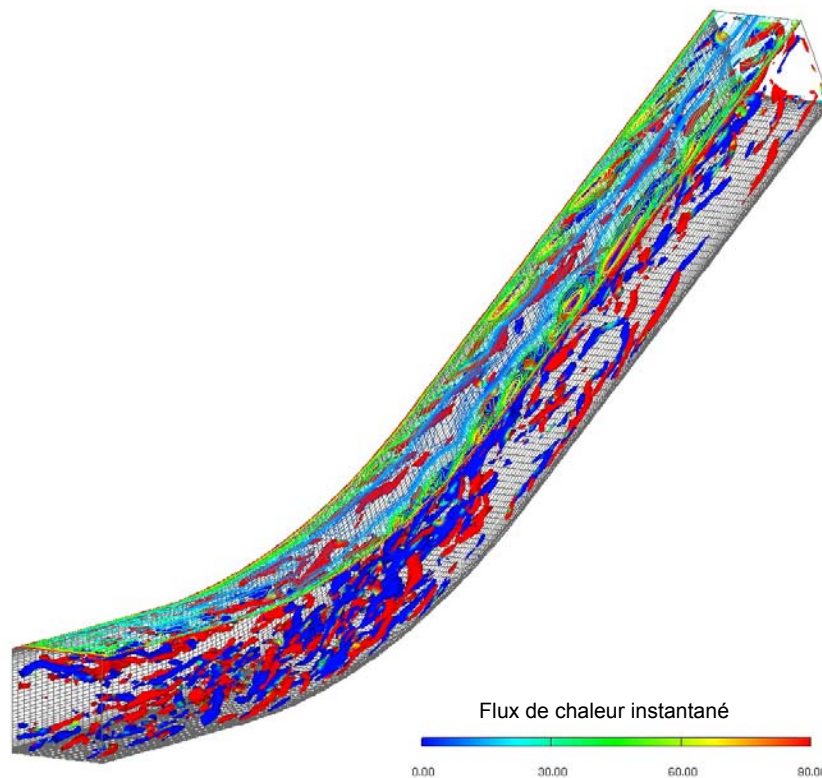
Le travail s'est articulé d'abord autour d'un certain nombre de thèses et des stages post-doctoraux :

A. Beer a fait des SND et SGE à très haute résolution de couches de mélange compressibles temporelles, à des nombres de Mach convectifs allant de 0.3 à 0.8. Il a montré comment la compressibilité conduisait à une forte fragmentation de la turbulence à petite échelle.

G. Hauët a travaillé sur des canaux compressibles avec et sans rainures longitudinales, en régime subsonique et supersonique. Ce travail s'inscrit dans le cadre du Réseau de Recherche et d'Innovation Technologique Recherche Aéronautique sur le Supersonique. Nous avons utilisé pour ce travail des méthodes numériques de frontières immergées, que nous avons validées par comparaison à des calculs incompressibles faits à Stanford. Nous avons confirmé en subsonique l'efficacité (pour la réduction de traînée) des rainures de largeur 20 unités de paroi, et l'augmentation de la traînée avec des rainures de 40 unités de paroi. Ces résultats subsistent en supersonique (en gardant la même taille physique des rainures). Nous avons aussi analysé la structure des tourbillons longitudinaux.

M. Maldi a aussi travaillé dans le cadre du Réseau de Recherche et d'Innovation Technologique Recherche Aéronautique sur le Supersonique. Il a fait des simulations des grandes échelles de jets compressibles libres à Mach 0.7 et 1.4. Il a montré que ce dernier était beaucoup plus focalisé dans l'espace que le jet subsonique. Nous avons calculé aussi le bruit aéroacoustique rayonné par ces jets grâce à l'approximation de Lighthill. Nous avons également étendu le travail fait dans l'équipe par C. Da Silva en incompressible au contrôle des jets par des perturbations amont. Des combinaisons bien choisies de fréquences concernant le mode variqueux et le mode alterné conduisent à des élargissements spectaculaires du jet dans le plan de bifurcation. Ces forçages peuvent avoir des applications importantes pour la réduction du bruit et l'amélioration du rendement dans les chambres de combustion.

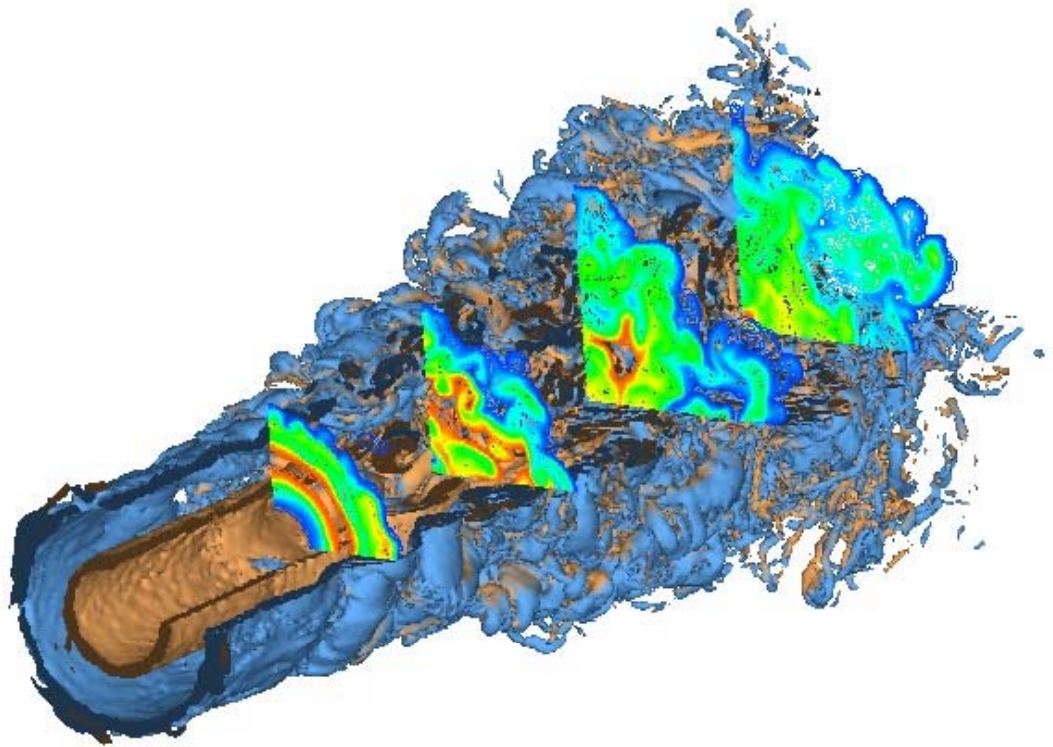
Nous avons poursuivi une forte collaboration avec le CNES datant du programme Hermès sur la Technologie du transport spatial. Nous continuons nos SGE des échanges thermiques dans les canaux de refroidissement des moteurs fusée, en considérant des conduits de forme plus réaliste avec de forts rapports d'aspect et en prenant en compte les effets de courbure en correspondance avec des configurations réelles. Ce travail concerne les thèses de J. Hébrard, A. Chatelain et C. Munch. Nous avons élucidé la structure de l'écoulement associée à des tourbillons de Dean et de Görtler en interaction. Les données générées par ces simulations instationnaires servent de base de validation et d'amélioration du code de modélisation CPS utilisé de façon routinière par le CNES. Les succès récents d'Ariane V avec le nouveau moteur Vulcain montrent l'importance pratique de nos études. Le travail de A. Chatelain correspond aussi à une collaboration avec le CEA sur le programme PRICELES.



**Simulation des Grandes Echelles ( $Re=6000$ ), d'un conduit courbe de section carrée dont la paroi convexe est chauffée :**

- isosurfaces du critère  $Q$  ( $Q=0.6$ ) colorées par la vorticité (rouge: positive; bleu: négative)
- isolignes du flux de chaleur instantané sur la paroi convexe chauffée,

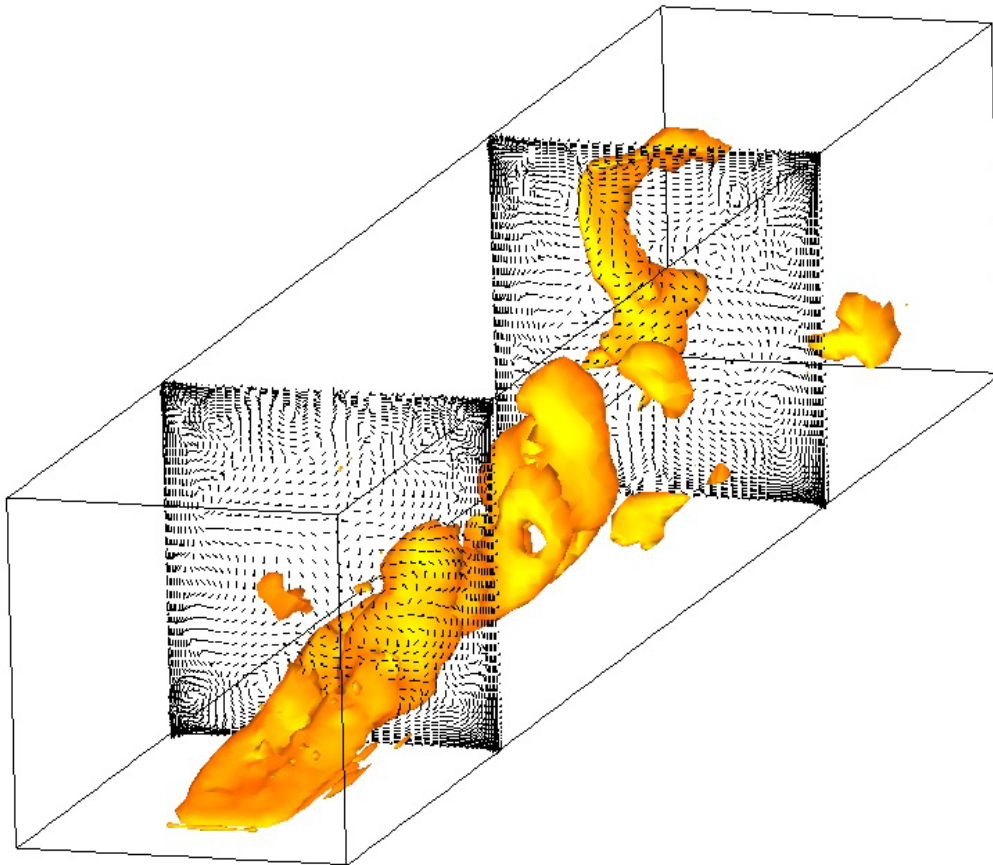
Le travail de G. Balarac et M. Si Ameer concerne le mélange de scalaires passifs dans des jets co-axiaux, jusqu'à maintenant incompressibles. Le jet externe est plus rapide que le jet interne. La dynamique de tels jets, très importants dans les chambres de combustion, a fait l'objet d'études antérieures dans l'équipe par C. Da Silva et O. Métais. Ici le scalaire passif est une fraction de mélange transportée par l'écoulement. L'injection de scalaire dans le jet extérieur montre que ce dernier domine le jet interne pour ce qui est de la diffusion. Une intermittence importante de scalaire est aussi observée, à cause des éjections dues à la présence de tourbillons longitudinaux en épingle à cheveux. Par contre le scalaire injecté à l'intérieur du jet interne reste confiné dans celui-ci.



**Simulation des Grandes Echelles d'un jet coaxial de rapport de vitesses élevé à haut nombre de Reynolds ( $Re=30\ 000$ ).**

- Isosurfaces de la norme de la vorticité colorées par la vorticité tangentielle, illustrant le développement des couches cisillées intérieure (orange) et extérieure (bleu).
- Contours d'un scalaire passif injecté dans le jet annulaire pour quatre sections, illustrant l'évolution du mélange. La valeur du scalaire passif est comprise entre 0 (bleu) et 1 (rouge).

La dernière étude portant sur les écoulements compressibles que nous avons faite concerne la SGE de l'écoulement à Mach 0.3 dans un canal de section carrée et dont la paroi inférieure est chauffée localement. Ce travail, où les effets de gravité sont pris en compte, est développé en collaboration avec le Centre d'Etudes des Tunnels (CETU, Lyon). Il est fait par S. El Alimi, A. Azzi et C. Munch. Il servira de validation aux codes numériques plus appliqués utilisés par le CETU pour simuler les incendies.



**Simulation des Grandes Echelles d'un conduit rectiligne de section carrée avec chauffage discret et prise en compte de la gravité.**

Visualisation instantannée:

- d'une isosurface de température (en jaune) pour  $T/T_{ref}=1.05$ ,
- de deux sections perpendiculaires à l'écoulement montrant l'organisation des flux secondaires.

Du point de vue des applications géophysiques, nous avons fait des SND et SGE de convection dans un océan refroidi continuellement en surface, qui s'appliquent au problème crucial de la plongée des eaux océaniques. Cette étude a commencé par le travail de J. Padilla-Barbosa et C. Silva. Elle a été poursuivie par A. Wirth, qui a considéré l'influence d'une rotation terrestre d'axe non parallèle à la gravité, et d'un fond ayant une pente constante. Pour ce faire, des méthodes de frontières immergées ont été utilisées.

### ► METHODES, OUTILS

Nos travaux en incompressible (applications industrielles ou géophysiques) utilisent le code *SPECOMPACT*. Il combine des schémas aux différences finies d'ordre élevé (schémas compacts) dans une ou deux directions d'espace et des méthodes pseudo-spectrales dans les (ou la) directions complémentaires où il y a périodicité. Pour le compressible, nous avons développé une classe de codes appelés *COMPRESS*. Ce sont des codes aux différences finies résolvant les équations de Navier-Stokes compressibles sous forme conservative par une méthode de type McCormack d'ordre 2 en temps et 4 en espace. Sa formulation de type volumes finis, le développement d'une approche multi-domaines et l'utilisation de maillages curvilignes rendent accessible la simulation d'écoulements tridimensionnels compressibles complexes. Ces codes permettent de simuler une vaste gamme d'écoulements à caractère industriel ou géophysique et



sont implantés sur la *soufflerie numérique de Grenoble* développée au sein de notre équipe depuis de nombreuses années. Cette dernière consiste en un ensemble local de stations de travail reliées aux calculateurs nationaux (IDRIS). Nous nous sommes dotés d'importants moyens de calcul avec un CLUSTER Beowulf de 10 PC Linux et un octoprocasseur SGI Altix.

### ► PERSPECTIVES

Le premier objectif porte sur le contrôle des écoulements par manipulation des structures tourbillonnaires avec des applications au contrôle de l'émission acoustique (collaboration avec l'équipe de C. Bailly et D. Juvé à Lyon), des transferts thermiques (collaboration CNES), et du mélange pour des applications à la combustion (collaboration L. Vervisch et F. Baillot à Rouen).

Un deuxième objectif porte sur le développement d'études de SGE dans les turbomachines. Ceci sera fait en collaboration avec J.L. Kueny au LEGI et aussi l'EPF-Lausanne par l'intermédiaire de C. Munch qui va y effectuer un séjour post-doc.

Nous poursuivrons enfin en collaboration avec l'équipe MEOM du LEGI des SND et DNS de processus tridimensionnels dans l'océan.

### ► COLLABORATIONS

Elles ont été évoquées ci-dessus.

### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

154

ACKERMANN C., METAIS O. (2001) A modified selective structure function subgrid-scale model. *Journal of Turbulence.* , vol. 1, n. 011.

LESIEUR M., COMTE P. (2001) Filtrage de Favre et macro-température en simulation des grandes échelles de la turbulence compressible. *Compte-rendu de l'Académie des Sciences Serie IIb.* , vol. 329, pp. 363-368.

OSSIA S., LESIEUR M. (2001) Large-scale energy and pressure dynamics in decaying 2D incompressible isotropic turbulence. *Journal of Turbulence.* , vol. 2, n. 013.

LESIEUR M. (2001) Looking for turbulence structures : a numerical exploration.. *Flow, turbulence and combustion.* ISSN : 1386-6184. , vol. 66, n. 4, pp. 477-494.

HAUET G., LESIEUR M. (2002) Large-Eddy Simulations of turbulent compressible channel flow over riblets. *Engineering Turbulence Modelling and Measurements.* , n. 5, pp. 229-235.

DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) Vortex control of bifurcating jets: a numerical study. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 14, n. 11, pp. 3798-3819.

DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) On the influence of coherent structures upon interactions in turbulent plane jet. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 473, pp. 103-145.

SALINAS-VAZQUEZ M., METAIS O. (2002) Large Eddy Simulation of the turbulent flow through a heated square duct. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 453, pp. 201-238.

HOWARD R.J.A., POURQUIE M. (2002) Large eddy simulation of an Ahmed reference model. *Journal of Turbulence.* , vol. 3, n. 012.

DA SILVA C.B., BALARAC G., METAIS O. (2003) Transition in high velocity ratio coaxial jets analysed from direct numerical simulations. *Journal of Turbulence.* , vol. 4, n. 24.

LESIEUR M., BEGOU P., BRIAND E., DANET A., DELCAYRE F., AIDER J.L. (2003) Coherent-vortex dynamics in large-eddy simulations of turbulence. *Journal of Turbulence.* , vol. 4, n. 016.

CHATELAIN A., DUCROS F., METAIS O. (2004) LES of turbulent heat transfer: proper convection numerical schemes for temperature transport. International journal for numerical methods in fluids. ISSN : 0271-2091. , vol. 44, n. 9, pp. 1017-1044.

FELTEN F., FAUTRELLE Y., DU TERRAIL Y., METAIS O. (2004) Numerical modelling of electromagnetically-driven turbulent flows using LES methods. Applied mathematical modelling. ISSN : 0307-904X. , vol. 28, pp. 15-27.

HEBRARD J., METAIS O., SALINAS VASQUEZ M. (2004) Large-eddy simulation of turbulent duct flow: heating and curvature effects. International journal of heat and fluid flow. ISSN : 0142-727X. , vol. 25, pp. 569-580.

WIRTH A. (2005) A non-hydrostatic flat-bottom ocean model entirely based on Fourier Expansion. Ocean modelling. ISSN : 1463-5003. , n. 9, pp. 71-87.

BALARAC G., SI-AMEUR M. (2005) Mixing and coherent vortices in turbulent coaxial jets (Mélange et tourbillons cohérents dans des jets coaxiaux turbulents). Compte rendu de l'Académie des Sciences. .

MUNCH C., METAIS O. (2005) Simulation des grandes échelles d'écoulements turbulents compressibles dans des conduits courbes: étude des transferts thermiques. Mécanique et Industrie. , vol. 6, pp. 275-278.

#### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE OU SOUMISES

HEBRARD J., SALINAS VAZQUEZ M., METAIS O. (2005) The spatial development of the turbulent flow within a heated duct. Journal of Turbulence.

MUNCH C., METAIS O. (2005) Turbulence in cooling channels of rocket engines: Large Eddy Simulations. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. ISSN : 0249-6291.

BALARAC G., METAIS O. (2005) The near field of coaxial jets : a numerical study.. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631.

MAIDI M., LESIEUR M. (2005) large-eddy simulations of spatially-growing subsonic and supersonic turbulent round jets. Journal of Turbulence.

MAIDI M., LESIEUR M., METAIS O. (2005) Vortex control in large-eddy simulations of compressible round jets. Journal of Turbulence.

#### ▶ OUVRAGES (2001 – 2005)

GEURTS B.J., FRIEDRICH R., METAIS O. (2001) Direct and Large-Eddy Simulation IV, ERCOFTAC Series, Kluwer Academic Publishers. 526 p.

FRIEDRICH R., GEURTS B.J., METAIS O. (2004) Direct and Large-Eddy Simulation V. ERCOFTAC Series, Kluwer Academic Publishers. 650 p.

#### ▶ OUVRAGES (2001 – 2005) A PARAÎTRE

LESIEUR M., METAIS O., COMTE P. (2005) Large-eddy simulations of turbulence. Cambridge University Press. 248 p.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

METAIS O. (2001) Large-Eddy Simulations of Turbulence. In : New trends in Turbulence, EDP Sciences, Springer-Verlag. pp. 112-186.

DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) On the effect of coherent structures on grid/subgrid-scale interactions in turbulent plane jets: the transition and far field regions. In : Advances in Les of complex flows.

LESIEUR M., YAGLOM A., DAVID F. (2002) New trends in turbulence. Les Houches Summer School of Theoretical Physics.. In : EDP Sciences, Springer. 554 p.

LESIEUR M. (2003) Large-eddy simulations: a tool for aeronautics. In : Fluid dynamics and aeronautics, new challenges. Eds. : Periaux J., Champion M. and Al.

# PAMIR

## PHENOMENES ET APPLICATIONS MAGNETOHYDRODYNAMIQUES, INTERFACES REACTIVES

### MEMBRES PERMANENTS

Alémany A. DR2 CNRS Chef d'équipe  
Cognet G. PRCE INPG

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Al Radi M. Post-Doc  
Laghouati Y. Visiteur  
Harkati A. Visiteur

Mars 04  
3 mois en 02 et en 04  
09/02 – 03/03

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Hasan G. Gvt Syrien Sept. 04  
Mathon P. DGA CNRS Sept. 03  
Mityar H. MENESR Sept. 01  
Nouri A. Industrie Algérie Sept. 03

#### Thèses soutenues

Vogin C. CIFRE Janv. 05  
Al Radi M. Gvt Syrien Fév. 04  
Kharicha A. MENESR Fév. 03

### STAGIAIRES

Lloret J.	IUT Génie Thermique	12/09/05 - 09/12/05
Cherifi Y.	IUT Mesures Physiques	06/06/05 - 12/08/05
Cordier N.	IUT Génie Thermique	03/05/04 - 30/07/04
Lebrozec S.	IUT Mesures Physiques	14/04/03 - 20/06/03
Andre C.	Licence IUP Génie Mécanique, UJF	13/05/02 - 26/07/02
Zecknini M.	IUT Génie Thermique	09/02 – 09/03

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

L'équipe est composée d'une dizaine de personnes en incluant les doctorants, la participation à temps partiel d'une secrétaire, d'un enseignant en classe préparatoire et d'un stagiaire IUT. L'activité concerne essentiellement la magnétohydrodynamique des liquides, métaux liquides ou des électrolytes. Les recherches sont centrées sur les systèmes de production d'énergie, la propulsion des navires en eau de mer, l'action des champs magnétiques sur les processus électrochimiques. Une part de l'activité a été consacrée au programme Ampère destiné à la mise en place d'une infrastructure européenne pour les recherches en MHD. Ce projet Franco/Letton pourrait se concrétiser par la construction d'un nouvel institut en Lettonie. Hors de la MHD l'équipe collabore avec le laboratoire de glaciologie sur un projet de forage en antarctique. Enfin un nouveau programme a pris corps cette année à propos de l'étude des régulateurs de pression pour les réacteurs nucléaires embarqués sur des navires.

L'équipe organise tous les deux ou trois ans une conférence internationale. La dernière édition, pamiir 2005, s'est déroulée du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2005 à Jurmala près de Riga en Lettonie. Vingt cinq nations y ont été représentées, 230 communications ont été proposées sous forme orale ou poster.

L'équipe a été intégrée au programme européen COST P6 qui s'est achevé en 2004. Elle est maintenant partenaire du nouveau programme COST, COST P17, destiné à la MHD des liquides qui réunit 12 nations. La première réunion de COST P 17 s'est tenue pendant la conférence pamiir 2005 à Jurmala.

Parmi les trois points marquants des activités des 4 dernières années figurent :

- l'étude de la corrosion sous champs magnétique par l'eutectique lithium plomb qui sera utilisé dans le concept des couvertures tritigènes pour la fusion (ITER) c.f. paragraphe 2,
- la réalisation d'une expérience en sodium, DTS, prototype d'une infrastructure expérimentale de plus grande taille pour l'étude du magnétisme terrestre c.f. paragraphe 3
- et la réalisation et l'exploitation d'un prototype de générateur MHD thermo-acoustique c.f. paragraphe 4.

158

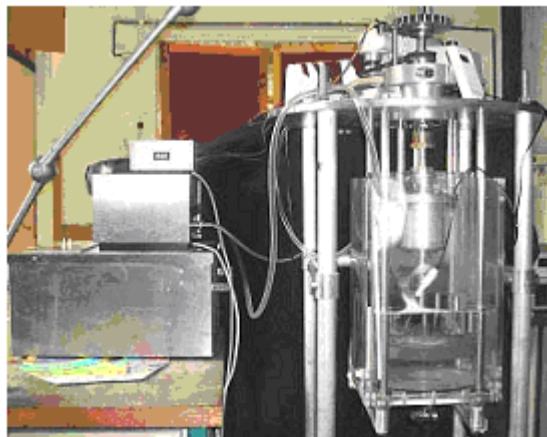
### **Magnétoélectrolyse** (A. Alemany, G. Cagnet, A. Nouri (doctorant))

Les champs magnétiques offrent une possibilité unique de contrôler les processus de transfert de masse en électrodéposition continue. Ils ont également une action sur la qualité et la structure des dépôts. L'action sur les processus de transfert de masse s'explique par l'influence des forces électromagnétiques ou magnétiques dans le cas de dépôt de matériaux para ou dia magnétique, sur le développement des couches limites hydrodynamiques qui contrôlent la couche de diffusion dans laquelle s'opèrent les transferts. Des instabilités d'interfaces lorsque l'électrode est un métal liquide peuvent également être contrôlées par des champs magnétiques. Ces travaux ont été abordés dans le cadre de plusieurs thèses (3 soutenues) et dans le cadre de partenariats dans lesquels sont intervenus différentes universités françaises et européennes ainsi que des industriels. Dans un contexte très voisin les travaux sur la corrosion d'une paroi métallique solide par un métal liquide soumise à l'influence d'un champ magnétique sont destinés à des applications liées au concept de couvertures tritigènes des réacteurs à fusion thermo nucléaires. Ce travail a été concrétisé par la soutenance de thèse de Abdellah Kharicha en collaboration avec le CEA Saclay. La poursuite des travaux sur la corrosion par les métaux liquides (notamment pour ce qui concerne l'alliage Plomb Bismuth) est en réflexion.

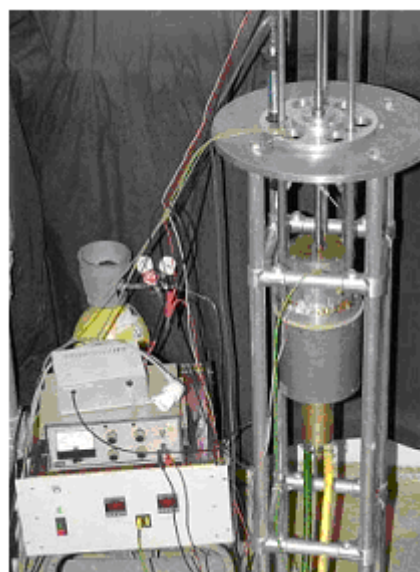
### Principaux résultats

Réalisation d'un logiciel de modélisation des transferts de masse dans les processus électrochimiques, soumis ou non à l'influence de champs magnétiques. Simulation du dépôt d'or sur des contacts circulaires en électrodéposition continue réalisée sous champ alternatif basse fréquence. Simulation numérique des écoulements en cavité cylindrique fermée soumise à l'action d'un champ magnétique axial. Prise en compte des caractéristiques électriques des parois et

validation à l'aide de l'anémométrie ultrasonore. Extension à l'étude des processus de corrosion d'une paroi métallique (acier Martensitique ou Austénitique) par l'écoulement de l'eutectique Plomb-Lithium à 500°C.



**Figure 1 :** Vue du dispositif expérimental concernant l'étude des transferts de masse sur électrode de Gallium qui peut être liquide ou solide selon la température du bain.



**Figure 2 :** Vue du dispositif expérimental pour l'étude de l'influence d'un champ magnétique sur la corrosion d'aciers martensitique ou austénitique par l'eutectique Pb/Li.

#### Méthodes-outils

Méthode numérique et expérimentale : utilisation du code Fluent sur le plan numérique et d'instrumentations classiques (potentiostat pour les transferts de masse, visualisation par tranche lumineuse et caméra numérique pour analyse des écoulements. anémométrie à ultra-son pour les mesures de vitesse dans les métaux liquide).

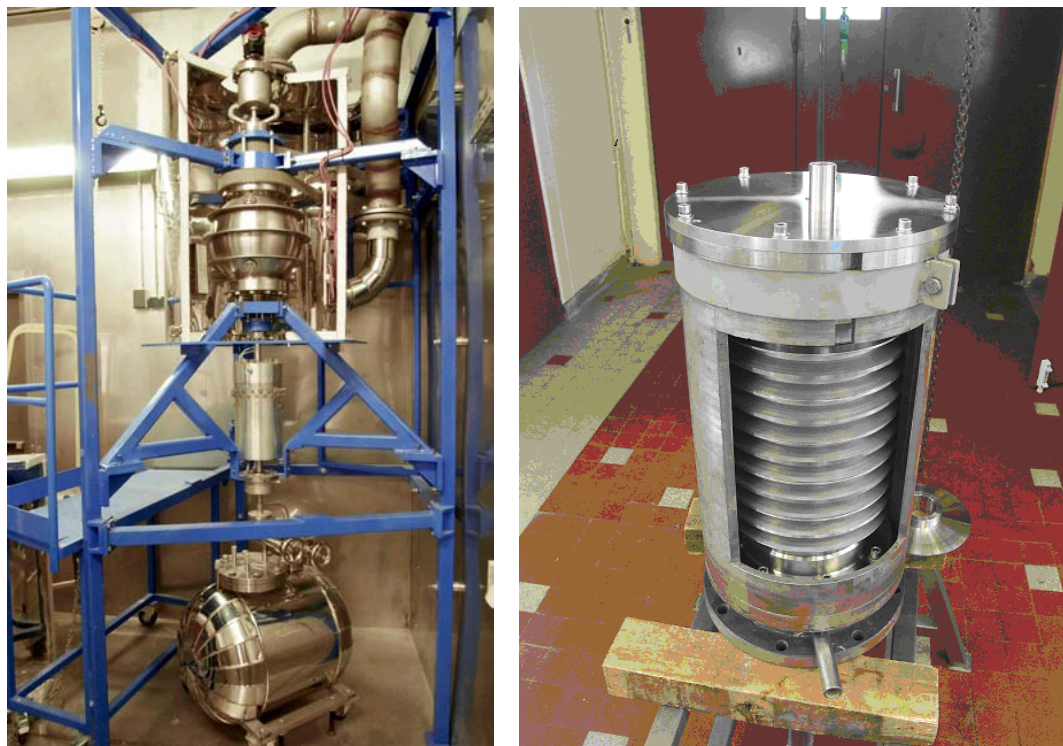
#### Perspectives

Proposition de formation d'un réseau européen dans le cadre du 6<sup>ème</sup> PCRD incluant plusieurs laboratoires français : Reims, Poitiers, Grenoble et des laboratoires Allemand, Suédois, Anglais, Polonais, Hongrois et Letton.

#### **Programme Ampere, effet dynamo** (A. Alemany et H. Assam, D. Grand (I.E. SERAS).

Ce thème a été initié lors de collaborations de recherches avec EDF, le CEA et les centrales à neutrons rapides Phénix et Super phénix, refroidies au sodium. L'objectif était d'identifier les potentialités de générer l'effet dynamo dans le cœur et les pompes secondaires, caractérisés par de forts nombres de Reynolds magnétiques. Ce travail a été réalisé dans le cadre de 2 thèses successives et a donné lieu à de nombreuses publications. A partir de cette approche initiale de l'effet dynamo et en parallèle, l'activité se poursuit par l'étude des mécanismes de la géo-dynamo c'est à dire des mécanismes d'auto entretien du champ magnétique terrestre. Sur le plan théorique le problème est difficilement abordable même numériquement en raison des valeurs très élevées des nombres de Reynolds hydrodynamique et magnétique. Des approches expérimentales sont envisagées un peu partout dans le monde en raison du succès des 2 prototypes construits à Riga et à Karlsruhe (fin 1999). Le programme français constitue le volet fondamental du projet Ampère qui comporte aussi un volet appliqué. Il s'appuie sur la réalisation d'une infrastructure généraliste basée sur la mise à profit d'un écoulement aussi peu contraint que possible dans une sphère de 2 m de diamètre remplie de sodium. Ce programme est soutenu en France par le GDR dynamo dirigé par Bérandère Dubrule. Le projet doit être vu comme une infrastructure expérimentale dédiée aux études MHD à grands nombres de Reynolds magnétiques (incluant la turbulence). Il aurait vocation de devenir grand instrument européen mis à la disposition des chercheurs de la

communauté. Il est envisagé qu'il soit construit à Riga en Lettonie. Il figure dans les accords bilatéraux de collaboration entre la France et la Lettonie. Dans ce cadre 2 réunions importantes ont été organisées cette année. La première, en février, s'est tenue au ministère de la recherche à Paris. Plusieurs personnalités françaises et lettones y ont participé. La France était représentée notamment par Jean-Jacques Gagnepain, Elisabeth Giacomino, Anne d'Albis (directrice adjointe de la DRI) et Jean Bernard Saulnier (SPI). La Lettonie était représentée notamment par le ministre de l'économie et l'ambassadeur de Lettonie en France. La seconde réunion à Riga s'est tenue fin mai et a permis sous la double présidence de Bernard Froisse (ministère de la recherche) coté français et madame Liepina (ministère de l'éducation) coté letton de mettre en place des groupes de travail destinés à l'élaboration d'un programme initial.



160

**Figure 3** : l'expérience DTS, photo de gauche, prototype d'une expérience de grande taille (projet Ampère). La hauteur de l'installation est de 4 mètres. En partie basse se trouve le réservoir de stockage du sodium, la sphère à mi-hauteur est l'expérience proprement dite. Photo de droite : l'accouplement magnétique conçu et réalisé à Grenoble.

### Principaux résultats

Un prototype à échelle 1/5 de l'expérience de grande taille a été étudié et construit à Grenoble, sous la responsabilité du Laboratoire LGIT (Philippe Cardin) et de l'équipe pamir (Antoine Alemany) en collaboration avec le SERAS service technique du CNRS à Grenoble. L'ensemble a été financé en grande partie par le département SDU avec un apport provenant d'un programme européen géré par l'équipe pamir. Par ailleurs l'équipe a supervisé la construction d'un accouplement magnétique destiné à être installé sur l'expérience dynamo actuelle de Riga. Ce prototype a été étudié et construit à Grenoble (SERAS) sous un financement partiel de l'Europe complété par des ressources propres du gouvernement Letton. La réception officielle de ce matériel à Riga a été marquée par la présence de l'Ambassade de France.

### Perspectives

Lancement du projet Ampère. Ce projet consiste à réaliser une infrastructure expérimentale à Riga en Lettonie pour les études en MHD. La partie fondamentale du projet pourrait prendre la forme d'un grand instrument européen destiné à l'étude de la dynamo terrestre.

### Insertion dans le contexte national et international

Le programme bénéficie du soutien de la communauté européenne sous forme d'un contrat de recherche « MAGDYN » associant 2 laboratoires allemands (Dresde), 1 laboratoire hollandais (Delf), 1 laboratoire letton (Riga) et l'équipe pamir.

### **Sources de puissance pour l'espace** (A. Alemany, M. Alradi (post doc), G. Hasan (doctorant))

L'équipe pamir a été contactée fin 1999 par les sociétés Alcatel ETCA, Technicatome, le Centre Spatial de Liège et le CNES pour réactiver les études MHD à propos de la production de sources de courant électrique de moyennes puissances pour l'espace. La MHD présente beaucoup d'avantages pour ce type d'application. Elle offre des perspectives de rendement assez attractives, des constructions très rustiques ce qui lui confère une très grande fiabilité. Les générateurs MHD sont de plus compatibles avec toutes les sources thermiques. Pour ce qui concerne le projet spatial, les discussions avec Technicatome et Alcatel se sont concrétisées sous forme de contrats de recherche financés par l'ESA et d'une bourse de thèse cofinancée Technicatome/ESA. Par ailleurs un programme de développement comportant aussi une participation de l'ESA est élaboré. Il comporte la construction d'un prototype. Le marché spatial étant assez limité des perspectives d'applications terrestres ont été étudiées autour du concept des énergies renouvelables (énergie solaire par exemple). Ce projet se développe d'une manière favorable en collaboration aussi avec l'Institut de Physique de Riga qui pourrait prendre en charge la construction du prototype en bénéficiant pour cela de fonds structurels de la communauté européenne. Ce projet et les développements industriels associés figurent dans le volet applicatif du programme Ampère. Sur le plan scientifique une politique de développement en parallèle de 2 systèmes de conversion chaleur/énergie électrique a été adoptée. L'un des systèmes est orienté vers la poursuite des travaux menés dans les années 80-90 sur la MHD à métal gaz. L'autre système est basé sur les possibilités offertes par la thermo acoustique comme système de production d'énergie mécanique à partir d'une source de chaleur, couplée à un générateur MHD pour le transfert en énergie électrique. Dans tous les cas l'architecture du système spatial est basée sur l'utilisation d'un petit réacteur nucléaire refroidi par caloduc en source chaude et d'un radiateur rayonnant l'énergie dans l'espace en source froide. Le système thermodynamique/MHD étant destiné aux transferts d'énergie. Le partenariat en place trouve son fondement dans le partage des tâches : l'étude du réacteur embarqué est placée sous la responsabilité de la société Technicatome, le radiateur rayonnant l'énergie dans l'espace, la source froide est à la charge du Centre Spatial de Liège alors que la société Alcatel ETCA est concernée par le conditionnement de puissance électrique. L'équipe pamir est chargée de l'étude du système de conversion.

### Méthode et outil et principaux résultats scientifiques.

Ce travail a bénéficié d'une thèse co-financée par Technicatome et l'ESA soutenue en Janvier 2005. Il se poursuit par une seconde thèse dédiée aux aspects expérimentaux. Pour le thermo acoustique/MHD un modèle numérique a été élaboré, il est opérationnel. Un prototype de générateur a été construit et exploité.



#### Perspectives et insertion dans le contexte national et international.

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un partenariat auquel contribuent les sociétés Technicatome, Alcatel Etca (filiale belge de Alcatel spécialisée dans le spatial), le centre spatial de Liège et l'ESA.

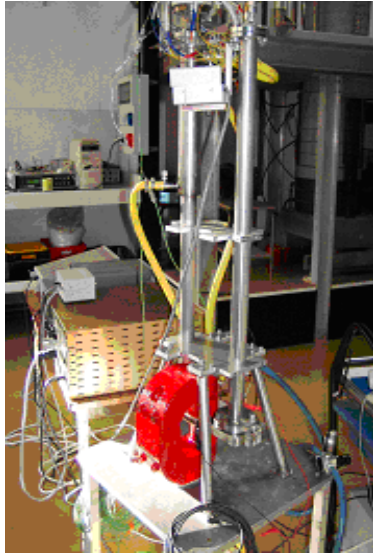


Figure 4. l'expérience thermoacoustique MHD réalisée dans le cadre du projet financé par l'ESA et vue d'écran des signaux de pression et de potentiel électrique issus de l'expérience.

162

#### **Écoulements dans les têtes de carottier** (A. Alemany, H. Mityar (doctorant))

L'objectif des forages en antarctique est la connaissance des variations climatiques de la terre sur les 500 000 dernières années par l'analyse des carottes de glaces à différentes profondeurs (pouvant atteindre 3000 mètres). Le trou de forage est donc extrêmement profond et pour éviter qu'il ne s'obstrue, il est rempli d'un liquide organique qui a la même densité que la glace et qui ne gèle pas. Les copeaux de glace qui sont issus de la tête de carottier se trouvent immergés dans ce liquide. L'évacuation de ces copeaux (qui sont un des éléments du mélange diphasique glace/liquide) détermine le bon fonctionnement de la tête de carottier. La plupart des accidents de forage résultent en effet d'un blocage de la tête par des copeaux de glace. Cette évacuation nécessite la mise en circulation du mélange diphasique qui doit conduire les copeaux vers une chambre à copeaux. Or la physique de ces écoulements très particuliers, les copeaux de glace pouvant avoir des facteurs de forme extrêmement variés en fonction de la qualité de la glace, est mal connue. Le travail entrepris en collaboration avec le Laboratoire de Glaciologie de Grenoble (LGGE) consiste à établir un modèle numérique des écoulements diphasiques dans la tête de carottier, et de tester les résultats sur une expérience de laboratoire reproduisant le carottier à l'échelle 1 et pouvant être exploitée en chambre froide jusqu'à des températures de  $-50^{\circ}\text{C}$ . Ce travail est entrepris dans le cadre d'une thèse et bénéficie du co-encadrement de Georges Berthoud chercheur au CENG et spécialiste du diphasique qu'il enseigne au DEA d'énergétique physique de l'INPG.

#### Méthode et outil et principaux résultats

Le problème est abordé par simulation numérique et par voie expérimentale. Sur le plan expérimental une expérience a été conçue et réalisée permettant de simuler le fonctionnement des têtes de carottier en situation quasi réelle.

#### Perspectives et insertion dans le contexte national et international

Ce travail peut être considéré comme un des éléments du projet EPICA de la communauté européenne .

### **Propulsion des navires en eau de mer** (A. Alemany, Ph. Mathon (doctorant))

Ce travail bénéficie d'une bourse de thèse de la DGA. La problématique concerne la mise à profit de forces électromagnétiques pour réaliser des manœuvres rapides, accélération ou rotation, pour un navire de surface. Le système devra utiliser pour cela de l'énergie stockée dans des bobines supra conductrices qui pourront se décharger brusquement dans les propulseurs MHD. Les possibilités d'intégration aux navires avec des contraintes de poids minimum figurent également au programme. L'essentiel du travail concerne l'hydrodynamique interne au propulseur à grand nombre de Reynolds soumis à un champ de force électromagnétique. Le travail est abordé par simulation numérique et expérimentalement. Sur le plan expérimental la construction d'une petite maquette a été réalisée, elle est exploitée en collaboration avec le LCMI (Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses) sous champs magnétique fort pouvant atteindre 13 Tesla. Le travail bénéficie du co-encadrement de Jean-Paul Chopart, professeur à l'université de Reims Champagne-Ardenne spécialiste des expériences d'électrochimie sous champ intense.

#### Méthode et outils

Simulation numérique et exploitation d'une expérience à échelle réduite. L'activité bénéficie également des compétences de la société Technicatome pour toutes les questions relatives à l'intégration aux navires.

### **Pressuriseur pour réacteur nucléaire embarqué** (A. Alemany, M. Alradi (post doc))

Ce travail a été sollicité par la société Technicatome, il est destiné à l'élaboration d'un module numérique destiné à simuler le fonctionnement d'un pressuriseur permettant de limiter les variations de pression dans le réacteur lors d'un fonctionnement éloigné des conditions nominales. Il peut s'agir soit par exemple de manœuvres à pleine puissance où l'énergie extraite est importante correspondant à un refroidissement très fort, à une chute de température et donc de pression (à compenser) soit au contraire aux phases de manœuvre au ralenti où l'effet inverse se produit. Le problème est entièrement dominé par les échanges thermiques. Ce travail est assujéti d'une clause de confidentialité et pourrait se poursuivre sur plusieurs années. La première phase d'analyse bibliographique et de proposition d'expérience à froid et à chaud vient de s'achever, la présentation et la remise du rapport ayant été réalisée le 15 septembre dernier. Cette activité est réalisée dans le cadre du post doc de Mahmoud Alradi.

**Méthodes et outils** : Simulation numérique des écoulement diphasiques avec changement de phase en géométrie complexe.

#### ▶ **PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)**

AL RAD I M., COGNET G. (2002) Transfert à une interface liquide / liquide au fond d'une cuve cylindrique à couvercle tournant. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série IIb, mécanique, physique, astronomie. ISSN : 1287-4620. , vol. 330, pp. 327-332.

LAHJOMRI J., OUBARA A.;ALEMANY A. (2002) Heat transfer by laminar Hartmann's flow in thermal entrance region with a step change in wall temperatures: the Graetz problem extended. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310. , vol. 45, pp. 1127-1148.

LAHJOMRI J.;ZNIBER K.;OUBARRA A.;ALEMANY A. (2002) Heat transfer by laminar Hartmann's flow in thermal entrance region with uniform wall heat flux: the Graetz problem extended. Energy conversion and management. ISSN : 0196-8904. , vol. 44, pp. 11-34.

IPEC N., LIOR N., BARK F., EKLUND A., ALEMANY A. (2002) A simple analytical model for predicting some features of the electrolytic steel-picking process. Russian journal of electrochemistry. ISSN : 1023-1935. , vol. 38, n. 3, pp. 238-.

AL RAD I M., COGNET G. (2003) Instability and heat transfer at liquid/liquid metal interface submitted or not to the action of a magnetic field. Magnetohydrodynamics. ISSN : 0024-998X. , vol. 39, n. 3, pp. 315-320.

KHARICHA A., ALEMANY A., BORNAS D. (2004) Influence of the magnetic field and the conductance ratio on the hydrodynamic of a fluid driven by a rotating disk in a cylindrical enclosure. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310. , vol. 47, pp. 1997-2014.

OLIVAS P., ALEMANY A., BARK F.H. (2004) Electromagnetic control of electroplating of a cylinder in forced convection. Journal of applied electrochemistry. ISSN : 0021-891X. , vol. 34, pp. 19-30.

KHARICHA A., ALEMANY A., BORNAS D. (2005) Hydrodynamic study of a rotating MHD flow in a cylindrical cavity by ultrasound Doppler shift method. International journal of engineering science. ISSN : 0020-7225. , vol. 43, n. 7, pp. 589-615.

AL RADI M., HASSAN A., COGNET G. (2005) Influence d'une polarisation électrique sur l'instabilité d'une interface liquide/liquide.. Comptes rendus de l'Académie des Sciences.Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Astronomie. ISSN : 1251-8069. , vol. 33, pp. 580-584.

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE

DELOFFRE P., TERLAIN A., ALEMANY A., KHARICHA A. (2004) Corrosion study of an austenitic steel in pb17-Li under magnetic field and rotating flow. Journal of fusion energy. ISSN : 0164-0313.

AL RADI M., HASSAN A., COGNET G. (2005) Interfacial waves of Kelvin-Helmholtz instability in a circular rig.. Journal of applied mechanics. ISSN : 0021-8936.

#### ► OUVRAGES (2001 – 2005)

ALEMANY A., COLLETTE J.P., MEDART P., ROUX J.P., CHAIX J.E., LIMBOURG N. (2002) MHD concept for robotic and human exploration of the solar system. Recueil de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

ALEMANY A. (2003) Magneto-hydro-dynamics - Special issue selected papers of the 5th International Pamir conference fundamental and applied MHD. October-December 2003. A. Alemany and A. Cebers. Vol. 39, n° 4.

ALEMANY A., CEBERS A. (2003) Magneto-hydro-dynamics - Special issue selected papers of the 5th International Pamir conference fundamental and applied MHD. July -September 2003.. A. Alemany and A. Cebers. Vol. 39, n° 3.

ALEMANY A., VOGIN C., ROUX J.P., CHAIX J.E., BIDAULT C., MEDART P., DELEPAUT C., LIMBOURG N. (2003) Concept for robotic and human exploration for the solar system : MHD Thermo-acoustic concept. Recueil de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

COGNET G., HESTO P., HOUZELOT J.L., ROMBAUD CH., TAINÉ J., TAMAIN B. (2004) L'énergie au XXIème siècle : une réflexion prospective. Dossier réalisé par la MISSION SCIENTIFIQUE TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE du Ministère de la Recherche. 52 p.

COGNET G. (2005) Nanosciences et Nanotechnologies: une réflexion prospective. MISSION SCIENTIFIQUE TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE du Ministère de la Recherche. 92 p.

#### ► CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

ALEMANY A., CHOPART J.P. (2005) An outline of Magneto-electrochemistry. In : Magneto-hydrodynamics : Evolution of Ideas and Trends. Eds. : Molokov S., Moreau R., Moffatt H.K., Springer 2005, Series Fluid Mechanics and its applications (Series editor R.Moreau). Chapitre 5.

# TCM

## TRANSFERT DE CHALEUR ET DE MATIERE

### MEMBRES PERMANENTS

Favre-Marinet M.	PR1 INPG Chef d'équipe
Bontemps A.	PR1 UJF
Caney N.	MCF UJF
Ferrouilat S.	MCF UJF
Le Person S.	MCF UJF
McCluskey F.	PR2 UJF
Marty P.	PR1 UJF
Pirotais F.	MCF UJF
Solecki J.C.	MCF UJF
Tardu S. 50%	MCF UJF
Thibault J.P. 50%	CR1 CNRS
Watel B.	MCF UJF (jusqu'en 2004)

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Asendrych D.	Post-doctorant	CDD INPG 03/02 – 07/02
Pirotais F.	ATER	UJF 09/04 – 08/05

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Bigot J.	CIFRE PSA	Sept. 02
Botzung M.	CEA	Oct. 04
Bruch A.	CEA/ADEME	Oct. 02
Doche O.	MENESR	Oct. 03
Gamrat G.	MENESR	Oct. 04
Lindquist C.	Gvt Brésilien	Sept. 02
Montesino S.	MENESR	Oct. 04

#### Thèses externes en cours

Hermosilla Lara G.	MENESR	Sept. 03
Poggi F.	CEMAGREF	Oct. 04

#### Thèses soutenues

Baviere R.	MENESR	Sept. 05
Shiu H.R.	Gvt Taiwanais	Déc. 04
Bouillon F ;	MENESR	Déc. 04
Haghighi Khoshkhoo	Sfere	Juin 04
Reboussin Y.	CIFRE	Déc. 03
Michel F.	ADEME	Oct. 03
Vejrazka J.	Tempra	Déc. 02
Sarboch J.	BGF	Déc. 02
Agostini B.	ADEME	Oct. 02

#### Thèses externes soutenues

Lachamp P..	CEMAGREF	Déc. 03 -
Ahmad M.	BGF	Nov. 04 - CEMAGREF
Laporte M.	CIFRE	Fév. 04

#### DRT en cours

Marro G.	10/03	Axane
Dereims T	10/04	
Sigurvnnson J.	10/03	CEA
Boudehenne F.	09/04	CEA
Mariotto M.	10/04	CEA
Vacher S.	10/04	CEA
Renou T.	10/04	CEA
Guyot T.	10/05	CEA Valduc

#### DEA, DRT

Bar A.	05	MFT
Billerot R..	04	MFT
Poggi F.	04	MFT
Ancenay J.	03	Energétique
Doche O.	03	MFT
Bruch A.	02	MFT
Benselama M.	02	MFT
Baviere R.	02	MFT
Resseguier C.	04	DRT
Jacquier D.	04	DRT
Bouzon C.	04	DRT
Beille F.	04	DRT
Martin L.	03	DRT
Ceccoti A.	03	DRT

## STAGIAIRES

Houichi H.	Master 1 Informatique, UJF	13/06/05 - 15/09/05
Skuza P.	Master Univ. Czestochaowa	
Bernazani J.	ENSHMG 2ème année	14/06/04 - 10/09/04
Guibert B.	IUT Génie Thermique	13/04/04 - 18/06/04
Mercier G.	IUT Génie Thermique	13/04/04 - 18/06/04
Torralba C.	Master 1 Mécanique, UJF	19/04/04 - 04/06/04
Baaziz Y.	Maitrise Mécanique, UJF	07/04/03 - 07/06/03
Boutin F.	IUT Génie Thermique	09/04/03 - 20/06/03
Cappeau A.	IUT Génie Thermique	09/04/03 - 20/06/03
Denis M.	IUT Génie Thermique	09/04/03 - 20/06/03
Gamrat G.	Master Univ. Czestochaowa	01/03/03 - 14/07/03
Kujawa T.	ENSHMG 2ème année	16/06/03 - 26/09/03
Moussa N.	Licence IUP Génie des systèmes industriels	02/06/03 - 11/07/03
	Maitrise IUP Génie des	
Pitthoud C.	Systèmes Industriels	03/02/03 - 13/06/03
Prothiau S.	IUT Génie Thermique	15/04/03 - 20/06/03
Serret D.	Licence Mécanique, UJF	20/05/03 - 20/07/03
Dallery M.	IUT Génie Thermique	10/04/02 - 21/06/02
Freyne S.	IUT Génie Thermique	10/04/02 - 21/06/02
Jacquenet V.	IUT Génie Thermique	10/04/02 - 21/06/02
	Maitrise IUP Génie des	
Lehecq D.	systèmes industriels, UJF	04/02/02 - 14/06/02
	Licence IUP Génie des	
Maurice S.	Systèmes Industriels, UJF	20/06/02 - 01/08/02
Niklas M.	Master Univ. Czestochaowa	15/04/02 - 30/07/02
	Maitrise IUP Génie des	
Ragot S.	systèmes industriels, UJF	04/02/02 - 14/06/02

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

L'équipe "Transferts de Chaleur et de Matière" (TCM), créée en 1999 pour développer des recherches associant la mécanique des fluides et la thermique a connu quelques évolutions au cours des quatre années passées. Elle a bénéficié de créations de postes à l'IUP Génie des Systèmes Industriels (1 MCF en 2003) et à l'IUT de Génie Thermique (1 MCF en 2005). Elle a été également renforcée par l'arrivée d'un chercheur CR CNRS à 50%. En revanche, un MCF est maintenant à 50% dans l'équipe MIP, avec laquelle nous partageons un même intérêt pour la microfluidique et avec laquelle nous pensons renforcer des collaborations.

L'équipe TCM comporte actuellement, comme membres permanents :

- sur le site du domaine universitaire :  
2 Professeurs, 3 Maîtres de Conférence (dont un à 50%) et un CR CNRS à 50%
- sur le site du CEA-GRETh :  
2 Professeurs, 3 Maîtres de Conférence.

La convention qui régit le fonctionnement de l'équipe a été renouvelée par les autorités de tutelle et le CEA en 2003.

Notre équipe peut légitimement revendiquer une notoriété certaine dans la communauté de thermique (Organisation à Grenoble : en 2003, du congrès annuel de la Société Française de Thermique avec comme thème particulier "Thermique et Microtechnologies", en 2005, du colloque Euromech "Microfluidics and Transfer", ainsi qu'une participation active à l'organisation du Congrès international "Heat Transfer in Components and Systems for Sustainable Energy Technologies", Heat Set 2005). De plus, il faut noter la participation à de nombreux jurys de thèse, conférences, journées d'études.

Le nombre important de chercheurs explique la diversité des thèmes traités dans l'équipe. Néanmoins, les activités de recherche de l'équipe TCM peuvent être regroupées autour de deux grands axes :

### **Microtransferts fluides, microfluidique**

Les collaborations avec d'autres laboratoires du site grenoblois (CEA-GRETh, CRTBT, LEG) ont été formalisées par un programme pluriformation « Echanges thermiques aux micro-échelles » (responsables P. Marty, A. Bontemps), démarré en 2003.

Les recherches portent sur des aspects fondamentaux (hydrodynamique et thermique des microcanaux) et sur des aspects applicatifs, tels que la pile à combustible et les composants thermiques (échangeurs, microcaloducs, spreaders), les microactionneurs. Ces recherches concernent l'hydrodynamique et les transferts convectifs à petite échelle (caractérisation expérimentale, modélisations numériques). Les effets de rugosité des parois sont étudiés actuellement. Les effets de la double couche électrique (DCE) sont étudiés sur le plan théorique, en particulier sous l'angle du développement des instabilités (simulations DNS). Un effort particulier est fait sur l'instrumentation (micro-sondes pour la mesure du frottement pariétal).

Les recherches plus appliquées sont liées à la pile à combustible (problèmes de refroidissement, stockage de l'hydrogène), ou concernent les problèmes de distribution dans les réseaux en régime diphasique.

### **Transferts convectifs avec ou sans changements de phase, turbulence**

L'objectif général est de prévoir, contrôler et optimiser les procédés industriels dans une perspective énergétique de développement durable.

Les études ont porté au cours de la période 2002-2005 sur :

- l'intensification des transferts de chaleur industriels

- la condensation de fluides purs et de mélanges (froid industriel, climatisation, utilisation de CO2 supercritique)
- l'encrassement des échangeurs
- le transfert de masse près d'une paroi défilante
- le contrôle actif des couches limites turbulentes (expérimentation et simulations DNS)
- la simulation numérique des écoulements et du mouvement de fibres flexibles dans les épurateurs de pâte à papier (recyclage du papier)
- les matériaux à changement de phase

## ▶ PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### Microtransferts fluides, microfluidique

- Hydrodynamique et transferts dans les mini et microcanaux

Ces études ont été effectuées dans le cadre du PPF "Microtherm" qui associe le LEGI, le LEG, le CRTBT (CNRS) et le GRETh. Une partie d'entre elles ont été faites dans le cadre du programme "Energie" du CNRS (Microéchangeurs)

#### Régime monophasique (M. Favre-Marinet, S. LePerson, A. Bontemps)

Les études sur l'hydrodynamique dans les microcanaux ont été étendues à des microstructures de dimension typique inférieure à 10  $\mu\text{m}$ , grâce à une étroite collaboration avec le CRTBT. Les mesures ont montré que les lois classiques étaient vérifiées dans des microcanaux lisses hydrophiles pour des écoulements d'eau fortement désionisée. Les efforts des dernières années ont porté également sur les effets de rugosité, abordés à la fois par une approche expérimentale, par la modélisation numérique et par le développement d'un modèle analytique. Nous avons quantifié l'augmentation du frottement en fonction de la taille des rugosités et précisé les mécanismes favorisant cette augmentation. Par ailleurs, les résultats surprenants obtenus auparavant sur les transferts thermiques ont été expliqués grâce à une modélisation numérique et à des expériences complémentaires. Nous avons montré que la décroissance du nombre de Nusselt avec la taille des microcanaux résultait d'un biais sur la mesure des températures de paroi. Une thèse en cours doit préciser l'influence des rugosités sur les transferts thermiques.

Les différentes études thermiques sur les microcanaux trouvent des applications dans le refroidissement des composants électroniques ainsi que dans la réalisation de sources ou puits de chaleur dans les machines thermiques. Dans cet objectif, un microéchangeur thermique est en cours de mise au point qui associe les microcanaux à l'utilisation de nanotubes.

#### Régime diphasique (P. Marty, N. Caney, A. Bontemps)

L'étude de l'ébullition dans les minicanaux revêt un intérêt à la fois fondamental et appliqué. Du point de vue fondamental, le rôle prépondérant de la tension superficielle conduit à une modification des régimes d'écoulement. L'écoulement stratifié est pratiquement absent et les frontières entre les différents régimes d'écoulement sont sensiblement modifiées par rapport aux canaux de dimensions conventionnelles. Une expérience a été mise en place pour étudier l'ébullition en utilisant le fluide réfrigérant R134a dans des canaux de diamètres hydrauliques variant de 0,77 à 2,5 mm soumis à un flux de chaleur constant. L'étude effectuée a permis de mettre en évidence le rôle des différents régimes et d'établir une corrélation pour les transferts de chaleur.

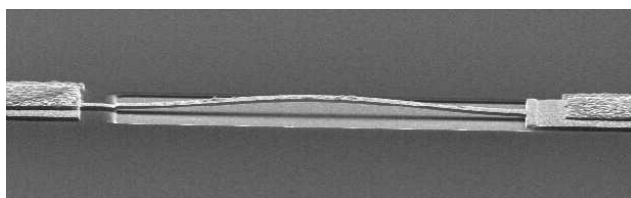
Par ailleurs, dans le cadre d'un partenariat avec un grand constructeur automobile, nous avons étudié les possibilités de refroidissement diphasique d'une pile à combustible. Les contraintes de compacité nous ont conduit à considérer le cas de mini-canaux. Ainsi, nous avons mené une campagne d'essais expérimentaux en simple phase et en ébullition afin de répondre à la fois aux

attentes industrielles et scientifiques. De nombreuses questions ont été abordées, telles que l'influence du confinement, les techniques de mesure de température en géométrie confinée, la répartition non homogène du flux en monophasique ou la validité des lois prédictives en thermique et en hydraulique. Le dispositif expérimental permet de vaporiser un fluide à l'intérieur d'une section d'essais multicanaux et de mesurer le coefficient d'échange local à l'aide de thermocouples de paroi. La perte de pression entre l'entrée et la sortie de la section d'essais est mesurée en fonction du titre en vapeur.

Les résultats ont montré qu'en simple phase, les lois classiques de thermique et d'hydraulique étaient valables malgré la spécificité des mini-canaux. En diphasique, les pertes de pression par frottement sont bien corrélées (à 10 % près) par le modèle homogène. Concernant l'aspect thermique de l'étude, nous remarquons que le coefficient d'échange augmente avec le titre en vapeur, ce qui constitue un résultat classique. Au-delà d'une valeur critique du titre, le coefficient d'échange s'effondre brusquement ce qui dénote la présence d'assèchement dans les canaux. Nous travaillons actuellement sur l'hypothèse d'une déstabilisation dynamique du film par la phase vapeur en régime annulaire. En effet il apparaît à travers les résultats que l'assèchement se produit pour une valeur unique de la vitesse massique.

### **Développement de micro-capteurs en technologie de MEMS (S. Tardu)**

Le sujet a été développé dans le cadre d'une collaboration LEGI-IMEP et un contrat région Rhône-Alpes. Des micro-capteurs de frottement pariétal de type micro-fil sur cavité et des capteurs de pression piézo-électriques ont été développés en technologie de MEMS. L'architecture est basée sur l'assemblage (par adhésion moléculaire) de deux tranches de type SOI (Silicium sur Isolant). Les capteurs sont les plus petits au monde (les dimensions du capteur de frottement sont de  $30 \times 3 \times 0.3 \mu\text{m}^3$ ) avec des réponses en fréquence acceptables. Des prototypes de capteur de frottement pariétal en métal et en polysilicium, avec ou sans isolation thermique du substrat ont également été développés.



Capteur de frottement pariétal de type micro-fil sur microcavité ( $30 \times 3 \times 0.3 \mu\text{m}^3$ ).

### **Microconnectique (A. Bontemps)**

Les réseaux de télécommunication font essentiellement appel aux fibres optiques et les maillons faibles du réseau sont les commutateurs d'interconnexion qui, eux, font appel à une transformation optique->électrique->optique qui ralentit considérablement les signaux. L'idée est de remplacer ces commutateurs hybrides par des commutateurs « tout optique ». Pour cela, deux types de commutateurs optiques ont été définis, modélisés et testés, l'un faisant appel à la microfluidique, l'autre faisant appel à un système thermomécanique. Dans le premier cas, un liquide d'indice vient s'interposer dans un intervalle micrométrique sectionnant un guide d'onde. Lorsque le liquide est présent, le signal optique passe et lorsqu'il est manquant, le signal est réfléchi. Le liquide est poussé par une membrane mue électrostatiquement et une étude hydraulique a permis de valider le concept et de dimensionner les éléments. Dans le second cas, le chauffage de deux volumes de gaz permet de déplacer une goutte de liquide dans un microcanal. Cette étude a été effectuée en collaboration avec le CEA-LETI dans le cadre d'un projet RNRT.

### **Condensation et vaporisation de fluides purs et de mélanges à l'intérieur de mini-canaux d'échangeurs compacts (A. Bontemps)**

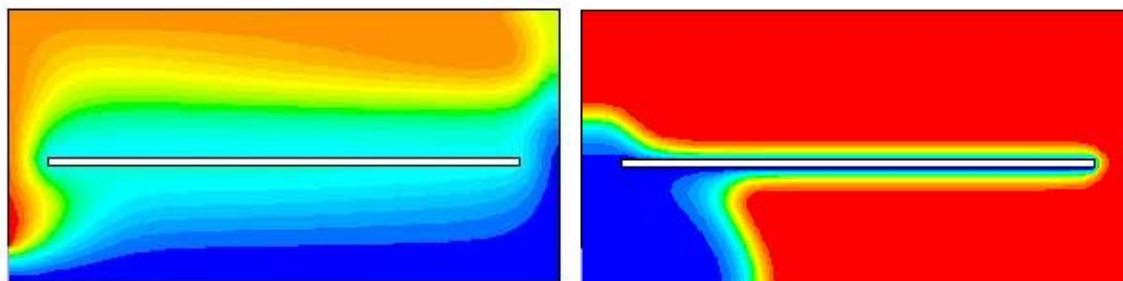


Après avoir étudié la condensation en convection naturelle externe sur des tubes à surface améliorée, les études se poursuivent en convection forcée interne, soit à l'intérieur de tubes cylindriques rainurés, soit à l'intérieur de canaux d'échangeurs à plaques compacts. Les dimensions caractéristiques des canaux sont de l'ordre du millimètre et le but est d'établir des corrélations d'échanges thermiques en relation avec les mécanismes d'écoulement. Les nombres adimensionnels adaptés ont été choisis pour décrire les différents régimes et les résultats ont permis de montrer l'influence du confinement sur les performances. Une modélisation locale sera entreprise pour effectuer une simulation numérique applicable aux surfaces complexes.

### **Modélisation du fonctionnement d'un réservoir d'hydrures métalliques pour le stockage de l'hydrogène (P. Marty)**

Ce travail vise à modéliser les échanges de chaleur et de masse au cours du chargement en hydrogène d'un réservoir contenant un matériau de stockage tel qu'un hydrure de magnésium ou un charbon pulvérulent. Les réactions d'adsorption étant fortement exothermiques, le temps nécessaire pour atteindre une absorption complète peut s'avérer très long et dépend fortement de l'efficacité des échanges thermiques permettant de refroidir ou de chauffer la poudre de magnésium. Au cours de l'absorption, la chaleur doit être évacuée à l'extérieur du réservoir, tandis qu'au contraire, un apport de chaleur est nécessaire lors de la désorption. La conception d'un réservoir industriel débute par l'optimisation de sa géométrie au moyen d'une simulation numérique : une géométrie optimale nécessite d'avoir recours à un modèle tridimensionnel. La stratégie de calcul doit donc inclure le développement d'un outil performant, tant pour la définition du maillage, que pour le traitement ultérieur des résultats. Pour cette raison, le logiciel Fluent a été retenu pour modéliser ce problème. La Figure ci-dessous montre un exemple des champs de vitesse et de température dans un réservoir cylindrique de magnésium en cours de test au Laboratoire de Cristallographie de Grenoble. Ce travail est inclus dans le projet européen History auquel participent entre autres la Finlande et l'Autriche. Des travaux complémentaires sont en cours en collaboration avec le LIMHP de Villetaneuse afin de caractériser les performances de stockage de différents types de charbons.

170



Lignes de courant du champ de vitesse (à gauche) et iso-contours du champ de température (à droite) lors de l'adsorption d'hydrogène dans un réservoir axisymétrique.

### **Transferts convectifs avec ou sans changements de phase, turbulence**

#### **Intensification des transferts de chaleur industriels (P. Marty)**

Ce travail vise à optimiser les échanges de chaleur intervenant dans les tours construites en briques réfractaires servant à valoriser la chaleur des fumées issues de la chambre de combustion chauffant le verre. Ces tours fonctionnent en régime alterné puisque, une fois chaudes, le sens de circulation de l'air est inversé et elles sont alors parcourues par de l'air frais qui est ainsi préchauffé avant d'entrer dans la chambre de combustion. Ce travail a été mené en collaboration avec le centre de Recherche de Saint-Gobain et a été soutenu par une thèse CIFRE. Les études expérimentales ont été menées au CEA-Greth et la modélisation numérique s'est appuyée sur le code Fluent. Les résultats ont permis de proposer une nouvelle géométrie d'empilages qui devrait être testée prochainement chez un client de Saint-Gobain.

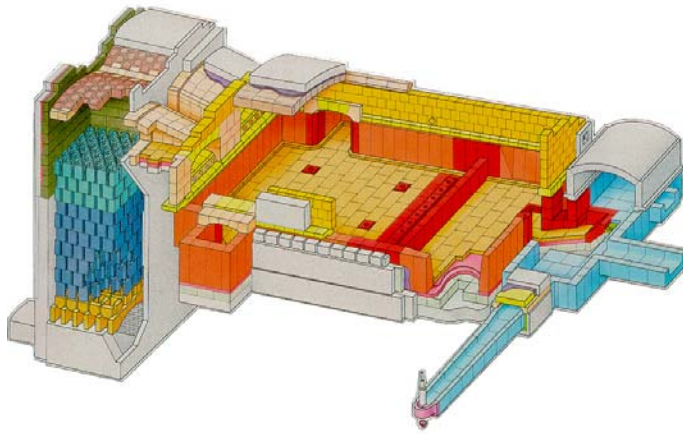


Schéma d'une installation de fabrication de verre plat avec, à gauche, les empilages des régénérateurs

**Transferts de masse près d'une paroi défilante** (F. M. J. McCluskey, F. Pirotais)

Le décapage à grande vitesse des feuilles de métal pose de sérieux problèmes aux industriels (VAI CLECIM). Dans le processus habituel, le feuillard immergé défile dans un bain d'acide et par conséquent entraîne le liquide vers l'extérieur du bain. Pour éviter que le bain se vide rapidement, la vitesse de passage est sévèrement limitée.

L'étude expérimentale confiée au LEGI s'est focalisée sur les aspects liés aux transferts de masse et la génération de mouvement turbulent proche du feuillard défilant dans le bain. Les caractéristiques des différents régimes d'écoulement induit par son passage ont été éclaircies. Plusieurs nouvelles solutions ont été proposées faisant appel à des barrières « liquides » et mécaniques en réponse aux problèmes rencontrés. Ceux-ci ont été adaptés par les industriels avec la construction actuelle de nouvelles usines comprenant les configurations suggérées.

**Etude expérimentale de l'encrassement côté air des échangeurs compacts** (F. M. J. McCluskey et R. Haghghi-Khoshkhoo)

Ce projet expérimental a pour objectif d'étudier le comportement des échangeurs compacts dont les surfaces d'échange externes (côté air) sont diminuées par le dépôt de particules de tailles différentes. Les effets dus à la granulométrie des particules ont été étudiés et constituent une originalité de l'étude. L'examen simplifié des interactions entre les particules et la géométrie des ailettes montre qu'il y a deux seuils à distinguer : la taille de la plus grande particule qui peut passer à travers l'échangeur sans être piégée et celle de la plus petite particule qui reste en surface. Les particules dont la taille est située entre ces deux seuils constituent la classe qui va rester piégée dans la structure du radiateur. On observe notamment expérimentalement une taille critique de particule qui reste piégée entre les ailettes du radiateur et s'accumule dans la structure. Le facteur d'encrassement est défini comme le rapport entre la différence de pertes de charge du radiateur encrassé et propre. En rapportant ce paramètre à la masse de particules retenue par unité de surface, il est possible de regrouper ensemble tous les résultats d'un type d'échangeur. Par conséquent, il est possible de prédire empiriquement la taille critique des particules les plus nuisibles pour un échangeur dont on ne connaît que la géométrie.

**Contrôle passif ou actif des écoulements turbulents**

**Contrôle électro-magnétique** (J-P. Thibault, S. Tardu)

Le contrôle électromagnétique permet d'appliquer directement, au sein d'un écoulement d'eau de mer, des forces électromagnétiques volumiques dans des régions choisies à l'aide d'actionneurs électromagnétiques, éventuellement associés en réseau, constitués d'une paire d'électrodes pariétales et d'une paire d'aimants permanents.

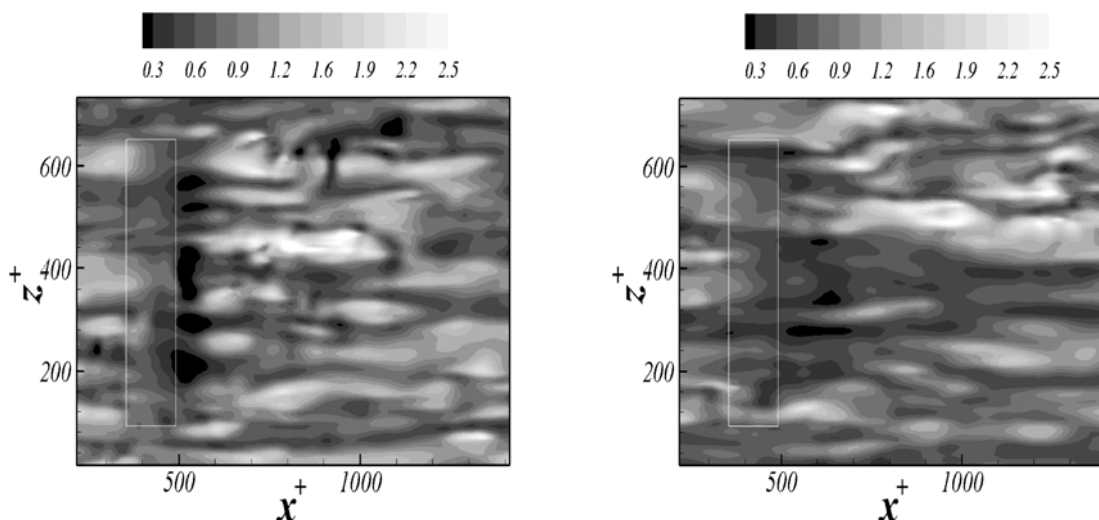
Les mécanismes qui permettent que des forces électromagnétiques modérées et très locales (en temps et en espace) puissent changer le comportement d'une couche limite turbulente ne sont pas clairement compris. Notre contribution se consacre donc à identifier les phénomènes dominants et à les analyser dans des situations idéalisées et/ou asymptotiques. Notre démarche associe modélisation : découplage des équations et paramètres sans dimensions, simulation numérique directe et mesure (PIV) en tunnel hydrodynamique ainsi qu'en aquarium. Elle porte sur tous les aspects du problème : forces électromagnétiques, réponse de l'écoulement et des structures cohérentes à ces forces, optimisation énergétique. Il est important de souligner que les forces électromagnétiques sont indépendantes de l'écoulement et donc que les échelles de ce forçage doivent être ajustées en fonction du schéma de contrôle adopté : actif en réseau ou actif boucle fermé.

Au plan national, le thème est activement impliqué dans le GDR CDD ; au plan international, la communauté s'est regroupée autour du meeting ERCOFTAC : 13th European Drag Reduction Meeting, 2004, co-organisé par S. Tardu et J-P Thibault. Ces derniers étaient aussi activement impliqués dans le comité scientifique du 2<sup>nd</sup> International Symposium on Seawater Drag Reduction, Busan, 2005.

### Contrôle dual de la traînée turbulente (S. Tardu)

Le contrôle actif de la turbulence pariétale consiste à combiner le contrôle suboptimal avec une excitation localisée périodique en temps (Tardu, J. Fluid Mech. 2001). Nous avons montré que la réponse de la traînée turbulente est fortement sensible à la forme temporelle de l'excitation, en l'occurrence un soufflage localisé dans l'espace périodique en temps. Dans le cas où ce dernier serait sinusoïdal avec une équipartition de l'accélération et de la décélération, la vorticité engendrée par le soufflage peut s'enrouler en une structure tourbillonnaire transversale. Ce ph enom ne est essentiellement d u à la d estabilisation de la couche de cisaillement pendant la phase de d ec el ration de l'excitation imposée. Dans le cas d'un soufflage dissymétrique en temps, en revanche l'enroulement est évité et l'écoulement est relaminaris  sur des distances importantes de l'ordre de plusieurs centaines d'unités pariétales en amont. L'instationnarité imposée augmente considérablement la prédictabilité et la contrôlabilité de la turbulence pariétale. L'étude est basée à la fois sur des expériences et des simulations numériques directes.

172



Frottement pariétal correspondant au soufflage localisé sinusoïdal (gauche) et asymétrique (droite). La couleur foncée correspond à un faible niveau de cisaillement. Remarquez comment cette couche de faible intensité pénètre loin en aval dans le cas asymétrique. Remarquez également les poches de large vorticité engendrée par le soufflage sinusoïdal à gauche, immédiatement après la fente.

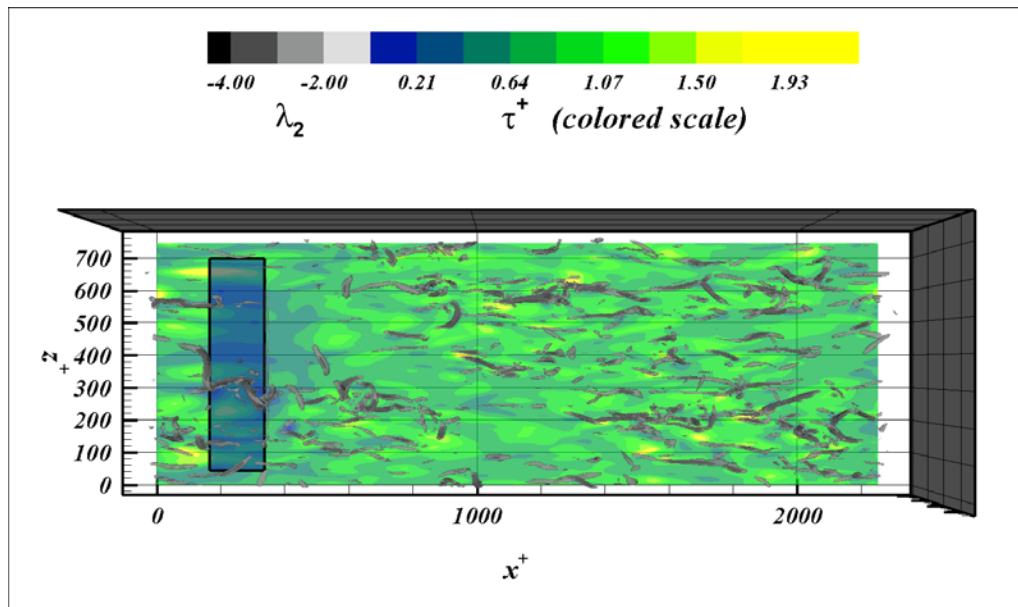
### Simulations numériques directes et turbulence de paroi (S. Tardu)

Les simulations numériques directes d'un écoulement turbulent en canal sont effectuées dans le but de :

- ⇒ Développer des méthodes suboptimales et optimales de contrôle de la traînée

- ⇒ Comprendre la structure fine, dissipation et production.
- ⇒ Comprendre la structure striée de la turbulence de paroi par une méthode originale de détection des contours par ondelettes.
- ⇒ Comprendre la production et sa connexion avec les structures cohérentes.

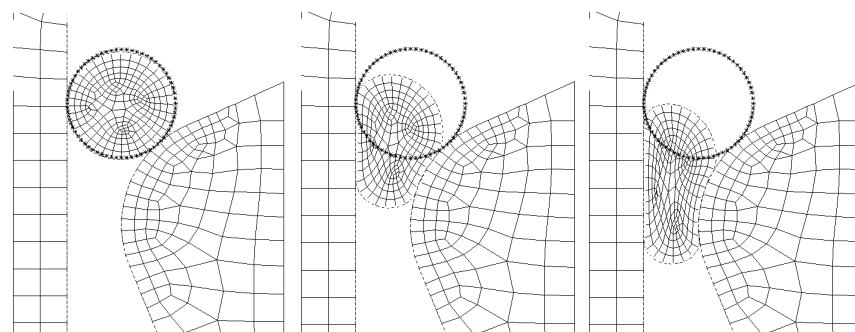
Nous développons à la fois des méthodes spectrales et également des stratégies de relaxation, multi-grilles pour modéliser les inhomogénéités spatiales locales. Les équations de transport de chaleur seront incluses dans un futur proche.



Structures tourbillonnaires et le frottement local associé de la turbulence pariétale assujettie à un soufflage local instationnaire et un contrôle suboptimal.

**Simulation numérique des écoulements et du mouvement de fibres flexibles dans les épurateurs de pâte à papier** (M. Favre-Marinet, D. Asendrych, Post-Doc)

Notre équipe a participé au contrat européen ScreenClean concernant l'optimisation des technologies d'épuration de la pâte à papier. Faisant suite à la modélisation des écoulements dans les épurateurs, les travaux ont porté sur la simulation numérique (logiciel Ansys) du passage des contaminants (Stickies) dans les fentes des épurateurs. Les résultats numériques ont trouvé une bonne confirmation expérimentale au Centre Technique du Papier.



Déformation d'une particule cylindrique de contaminant au cours du temps

**Matériaux à changement de phase** (A. Bontemps)

Une des façons de diminuer les besoins énergétiques d'un bâtiment est la conception d'une enveloppe économe en énergie, limitant les déperditions et récupérant au maximum les apports passifs. Pour atteindre ces objectifs, il existe un certain nombre de principes de base dont les plus importants sont l'isolation et l'inertie thermique ainsi que l'utilisation des apports solaires.

En ce qui concerne l'isolation thermique, de nouveaux composants permettent d'envisager la réalisation d'un saut technologique avec la diminution d'un facteur 7 ou 8 de la conductivité thermique par rapport aux isolants actuels pour atteindre une valeur de 5 mW/m.K. Ils sont appelés les super-isolants. En ce qui concerne l'inertie thermique, l'utilisation de Matériaux à Changement de Phase (MCP) dans les parois elles-mêmes permet de substituer au stockage par chaleur sensible un stockage par chaleur latente qui nécessite un volume bien moindre pour la même quantité d'énergie thermique.

Une étude est en cours qui vise à étudier des parois couplant MCP et super-isolants d'une part et à étudier de nouveaux modes de conditionnement de MCP d'autre part. Deux types d'expériences ont été montées. La première permet de caractériser une paroi seule ainsi que le MCP utilisé. Dans la seconde, deux cellules test ont été construites, l'une avec des parois isolantes traditionnelles, l'autre avec des parois couplant MCP et super-isolants. Les résultats mettent en évidence le rôle d'amortisseur thermique du MCP et ont été interprétés à l'aide de deux outils de modélisation : un logiciel de conduction 3D (Heating) ainsi qu'un logiciel de simulation de bâtiments (TRNSYS). Ces études se font en collaboration avec le CEA et le CSTB (Centre Scientifique et Technique de Bâtiment) et ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie).

### ▶ METHODES, OUTILS

L'équipe TCM utilise à part égale des outils expérimentaux et des outils de modélisation numérique. Ceux-ci comprennent des codes commerciaux de mécanique des fluides (principalement Fluent) et de thermique, qui servent à l'interprétation de données ainsi qu'à la prédiction des performances de systèmes thermiques complexes. La modélisation de la turbulence pariétale s'appuie sur un code universitaire (collaboration avec l'université de Rome).

Les études expérimentales utilisent des méthodes standard (anémométrie à fil chaud, mesures de débit, pression, température...). Les effets de surface devenant prépondérants aux micro-échelles, nous avons apporté un soin particulier au contrôle et à la caractérisation de l'état de surface des microcanaux étudiés.

### ▶ PERSPECTIVES

Les activités de l'équipe TCM devraient se poursuivre sur le thème des microtransferts, en particulier, pour les écoulements de fluides en simple phase (parois rugueuses), double phase, supercritique (CO<sub>2</sub> en particulier). On peut prévoir que les études à venir seront liées aux nombreux problèmes posés par les piles à combustible dans le domaine de la thermique.

Un rapprochement avec l'équipe MIP est envisagé pour traiter les problèmes de microtransferts thermiques avec interfaces. Il devrait être favorisé par l'appartenance de S. Tardu aux deux équipes à 50 %. L'arrivée de J-P Thibault dans l'équipe TCM (50 %) permet de renforcer les compétences de l'équipe sur la couche limite avec effets électro-magnétiques.

### ▶ INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

Le programme pluri-formation «Echanges thermiques aux micro-échelles» est un cadre propice au développement de collaborations entre les laboratoires grenoblois concernés par la microfluidique et la thermique (LEGI, LEG, CRTBT, GRETh, CIME).

Notre équipe a également participé à plusieurs projets regroupant des laboratoires grenoblois ou lyonnais. Les thématiques prioritaires Région Rhône-Alpes ont été l'occasion de collaborations avec les laboratoires LEG, IMEP, GRETh de Grenoble ainsi qu'avec le CETHIL et le LPM de Lyon sur les deux projets successifs :

⇒ Microcaloducs en technologie silicium nanostructuré pour le refroidissement de l'électronique (2000-2003)

⇒ Microcapteurs intégrés dans les diffuseurs thermiques diphasiques. Application au refroidissement de l'électronique de puissance (2003-2006)

Au plan national, l'équipe TCM participe aux groupes de travail de la SHF «Microfluidique» ainsi qu'au GDR CNRS du même nom. Elle a participé au PRI "Microéchangeurs" du programme Energie du CNRS.

Notre équipe a eu en charge l'organisation des conférences suivantes :

⇒ Congrès de la Société Française de Thermique à Grenoble, Juin 2003.

⇒ Colloque Euromech "Microfluidics and Transfer", Grenoble, Septembre 2005

Elle a participé à l'organisation de diverses manifestations

⇒ Symposium "Compact Heat Exchangers", Grenoble, Août 2002

⇒ Congrès international "Heat Transfer in Components and Systems for Sustainable Energy Technologies", Heat Set 2005, Avril 2005 Grenoble

Nous avons mis en place en 2004 avec l'aide de nos collègues de Czestochowa (Pologne) et d'Eindhoven (Pays-Bas) un SIG ERCOFTAC intitulé : "Microfluidics and Transfer".

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

SOUIDI N., BONTEMPS A. (2001) Countercurrent gas-liquid flow in plate-fin heat exchangers with plain and perforated fins. International journal of heat and fluid flow. ISSN : 0142-727X. , vol. 22, n. 4, pp. 450-459.

TARDU S. (2001) Active control of near wall turbulence by local unsteady blowing. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. , vol. 439, pp. 217-253.

BONTEMPS A., (2001) Transferts de chaleur et de masse. Condensation de mélanges de vapeur. Techniques de l'ingénieur. Génie Energétique. ISSN : 0399-4171.

BELGHAZI M., BONTEMPS A., SIGNE J-C., MARVILLET C. (2001) Condensation heat transfer of a pure fluid and binary mixtures outside a bundle of smooth horizontal tubes. Comparison of experimental results and a classical model. International journal of refrigeration. ISSN : 0140-7007. , vol. 24, n. 8, pp. 841-855.

FAVRE-MARINET M., CAMANO E-B. (2001) The density field of coaxial jets with large density differences. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310. , vol. 44/10, pp. 1913-1924.

MARTIN WITKOWSKI L., MARTY P., WALKER J. (2001) Liquid-metal flow in a finite-length cylinder with a high-frequency rotating magnetic field. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. , vol. 436, pp. 131-144.

GAO P., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2002) Scale effects on hydrodynamics and heat transfer in two-dimensional mini and microchannels. International journal of thermal sciences. ISSN : 1290-0729. , vol. 41, pp. 1017-1027.

VEJRAZKA J., MARTY PH., SOBOLIK V. (2002) Heat transfer experiments in a submerged impinging round jet using liquid crystal thermometry. International Journal of heat and technology. , vol. 20, n. 1, pp. 45-50.

OLIVAS P., MARTY PH. (2002) Numerical study of the Coanda effect in a rotary spray paint atomiser. Atomisation and spray technology. ISSN : 0266-3481. , vol. 12, pp. 769-784.

BONTEMPS A., BELGHAZI M. (2002) Enhanced heat transfer in shell-side condensation. International journal of heat exchangers. , vol. 3, n. 2, pp. 201-239.

BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2002) Filmwise condensation of a pure fluid and a binary mixture in a bundle of enhanced surface tubes. *International journal of thermal sciences*. ISSN : 1290-0729. , vol. 41, pp. 631-638.

THONON B., BONTEMPS A. (2002) Condensation of pure and mixture of hydrocarbons in a compact heat exchanger: experiments and modelling. *Heat transfer engineering*. ISSN : 0145-7632. , vol. 23, n. 6, pp. 3-17.

BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2002) Condensation heat transfer on enhanced surface tubes : experimental results and predictive theory. *Journal of heat transfer*. ISSN : 0022-1481. , vol. 124, pp. 754-760.

BUI VAN GA, PHAN QUNAG XUNG, BONTEMPS A. (2002) Calculation of fin profile in condensation tubes. *Journal of science and technology*. ISSN : 0022-4421. , vol. 34/35, pp. 91-96.

TARDU S. (2002) Characteristics of single and clusters of bursting events in the inner region of a turbulent channel flow; Part 2: level crossing events. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 33, pp. 640-652.

TARDU S. (2003) Caractérisation des écoulements turbulents périodiques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série IIb, Mécanique*. ISSN : 1620-7742. , vol. 331, pp. 767-774.

MEUNIER D., TARDU S., TSAMADOS D., BOUSSEY J. (2003) Realization and simulation of wall shear stress integrated sensors. *Microelectronics journal*. ISSN : 0959-8324. , vol. 34, pp. 1129-1136.

BESSAIH R., MARTY PH., KADJA M. (2003) Hydrodynamics and heat transfer in disk driven flows under axial magnetic fields. *International journal of transport phenomena*. , vol. 5, n. 4, pp. 259-278.

176

GREGOIRE G., FAVRE-MARINET M., JULIEN SAINT AMAND F. (2003) Modeling of turbulent fluid flow over a rough wall without or with suction. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 125, n. 4, pp. 636-642.

AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2003) Friction factor and heat transfer coefficient of R134a liquid flow in mini-channels. *Applied thermal engineering*. ISSN : 1359-4311. , vol. 22, pp. 1821-1834.

BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2003) Experimental study and modelling of heat transfer during condensation of pure fluid and binary mixture on a bundle of finned tubes. *International journal of refrigeration*. ISSN : 0140-7007. , vol. 26, n. 2, pp. 214-223.

SOUIDI N., BONTEMPS A. (2003) Reflux condensation in narrow rectangular channels with perforated fins. *Applied thermal engineering*. ISSN : 1359-4311. , vol. 23, pp. 871-891.

BAVIERE R., LE PERSON S., AYE LA F., FOURNIER T., FAVRE-MARINET M. (2003) Local and global measurements of friction coefficient in microchannels. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5, pp. 29-34.

MEUNIER D., TSAMADOS D., BOUSSEY J., TARDU S. (2003) Fil chaud dans une microcavité et capteur de pression en technologie MEMS. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 4, pp. 75-82.

TARDU S., VEZIN P. (2004) Response of the streaks, the active and passive eddies in an unsteady channel flow. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 25, n. 6, pp. 925-932.

FAVRE-MARINET M., LE PERSON S., BEJAN A. (2004) Maximum heat transfer rate density in two-dimensional minichannels and microchannels. *Microscale thermophysical engineering*. ISSN : 1089-3954. , vol. 8, n. 3, pp. 225-237.

ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M. (2004) Diffusion of jets with annular counterflow and small diameter ratio. *AIAA journal*. ISSN : 0001-1452. , vol. 42, n. 11, pp. 2385-2387.

JULIEN SAINT AMAND F., WOJCIECHOWSKI G., ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M. RAHOUADJ R., SKALI-LAMI S. (2004) Screening : fundamental studies on the extrusion of stickies through slots. Revue - ATIP. ISSN : 0750-7666. , vol. 58, n. 1, pp. 2-13.

GAMRAT G., FAVRE-MARINET M., ASENDRYCH D. (2004) Conduction and entrance effects on laminar liquid flow and heat transfer in rectangular microchannels. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310.

AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2004) Liquid flow friction factor and heat transfer coefficient in small channels : an experimental investigation. Experimental thermal and fluid science. ISSN : 0894-1777. , vol. 28, pp. 97-103.

TARDU S., DA COSTA P. (2005) Experiments and modeling of an unsteady turbulent channel flow in the relaxation regime. AIAA journal. ISSN : 0001-1452. , vol. 43, n. 1, pp. 140-149.

NIKLAS M., FAVRE-MARINET M. (2005) An experimental study and numerical modeling of the flow in a network of microchannels. Heat transfer engineering. ISSN : 0145-7632. , pp. 15-23.

TARDU S., VEZIN P. (2005) On the Taylor hypothesis in steady and unsteady wall flows. Experiments in fluids. ISSN : 0723-4864. , 14 p.

TARDU S., PHAM P. (2005) Response of wall hot-film gages with longitudinal diffusion and conduction to the substrate.. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310. , vol. 127, pp. 812-819.

AGOSTINI B., BONTEMPS A. (2005) Vertical flow boiling of refrigerant R134a in small channels. International journal of heat and fluid flow. ISSN : 0142-727X. , vol. 26, pp. 296-306.

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAITRE OU SOUMISES

TOMASINO T., MARTY PH. (2004) Three-dimensional stability of a rotating MHD flow. Acta mechanica. ISSN : 0001-5970.

BAVIERE R., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2004) Experimentally determined transition to turbulence for water flows in smooth and rough rectangular microchannels. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie. ISSN : 1251-8069.

BAVIERE R., AYELE F., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2005) Experimental characterization of water flow through smooth and rough rectangular microchannels. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631. , vol.

TARDU S., DOCHE O. (2005) Effect of temporal waveform of localized unsteady blowing on turbulent drag control. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

TARDU S. (2005) Spectral characteristics of turbulence in an unsteady channel flow. International journal of applied electromagnetics and mechanics. ISSN : 1383-5416.

REBOUSSIN Y., FOURMIGUE J.F., MARTY PH., CITTI O. (2005) A numerical approach for the study of glass furnace regenerators. Applied thermal engineering. ISSN : 1359-4311.

TARDU S. (2005) Response of wall hot-film gages with longitudinal diffusion and conduction to the substrate and with reverse flow. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310.

TARDU S., DOCHE O. (2005) On wall turbulence control by local forcing. Journal of Turbulence.

TARDU S. (2005) Near wall regularity. Annales de l'Université Blaise Pascal.

BAVIERE R., GAMRAT G., FAVRE-MARINET M., LE PERSON S. (2005) Modeling of laminar flows in rough-wall microchannels.. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.

BRUCH A., BONTEMPS A., COLASSON S., FOURMIGUE J.F. (2005) Numerical investigation of laminar convective heat transfer of carbon dioxide flowing in vertical mini-tubes in cooling conditions.. International journal of heat and mass transfer. ISSN : 0017-9310.



AGOSTINI B., BONTEMPS A. (2005) Effect of channel size on flow boiling in mini-channels. International journal of heat and fluid flow. ISSN : 0142-727X.

AHMAD M., BONTEMPS A., SALLEE H., QUENARD D. (2005) Experimental investigation and computer simulation of thermal behaviour of wallboards containing a Phase Change Material (PCM). Energy and buildings. ISSN : 0378-7788.

AGOSTINI B., BONTEMPS A., THONON B. (2005) Effects of geometrical and thermophysical parameters on heat transfer measurements in small diameter channels. Heat transfer engineering. ISSN : 0145-7632.

VEJRAZKA J., TIHON J., SOBOLIK V., MARTY PH. (2005) Effect of an external excitation on the flow structures in a circular impinging jet. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631.

VEJRAZKA J., MARTY PH. (2005) An alternative technique for interpretation of the temperature measurements using thermochromic liquid crystals. Heat transfer engineering. ISSN : 0145-7632.

HAGHIGHI KHOSHKHOO R., McCLUSKEY R. (2005) Air-side fouling of compact heat exchangers. Heat Transfer Engineering ISSN : 0145-7632. (accepté)

#### ► CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

TARDU S., MICHELUTTI L. (2004) Microsystèmes utilisés dans les grands écoulements. Traité EGEM. In : Microfluidiques. Eds. : Hermès. Tome 6, chapitre 10, 44p.

TARDU S. (2004) Transferts thermiques dans les microcanaux. Traité EGEM. In : Microfluidiques. Eds. : Hermès. Tome 6, Chapitre 6, 36 p.

178

BONTEMPS A. (2005) Measurements of single-phase pressure drop and heat transfer coefficient in micro and minichannels.. In : Microscale heat transfer - Fundamental and applications. Eds. : Kakac S., Vasiliev L.L., Bayazitoglu Y. and Yener Y., Kluwer Academic Publishers.

BONTEMPS A., AGOSTINI B., CANEY N. (2005) Flow boiling in minichannels. In : Microscale heat transfer - Fundamental and applications. Eds. : Kakac S., Vasiliev L.L., Bayazitogly Y. and Yener Y. , Kluwer Academic Publishers.

# THEO

## TURBULENCE HYDRODYNAMIQUE, ENVIRONNEMENT ET ONDES

### MEMBRES PERMANENTS

Flor J.B. 50%	CR1 CNRS Chef d'équipe
Chollet J.P.	PR1 UJF
Janiaud B.	MCF UJF
Plunian F.	MCF UJF
Staquet C.	PR2 UJF
Voisin B.	CR1 CNRS

### POST-DOC, ATER, VISITEURS

Ermanyuk E.	Post-doctorant	MENESR	09/01 – 08/02
Edwards N.	Post-doctorant	EPSHOM	06/00 – 03/02
Gerkema T.	Post doctorant	EPSHOM	11/02 – 10/04
Brulfert G.	Post doctorant	CNRS CDD	10/04 – 07/05
Stepanov R.	Chercheur Invit.	Inst. MMC	09/04 – 12/04
Touiri R.	Visiteur	LAMSI, ENIT	05/04 – 07/04

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Chaxel E.	MENESR	Sept. 03
Chemel C.	MENESR	Sept. 02
Guyez E.	DGA CNRS	Oct. 02
Peyrot M.	MENESR	Sept. 04
Mehdizadeh M.	Gvt Iranien	Fév. 05

#### DEA, DRT

Chicki A.	05	MFT
Fargant C.	05	MFT
Chaxel E.	03	TUE
Sanchis A.	03	Dyn. Fluides, Nantes
Dejoan M.A..	03	TUE
Nacereddine R	03	MFT
Chemel C.	02	MFT

#### Thèses soutenues

Cariteau B.	AMN	Juil. 05
Kerbiriou M.A.	MENESR	Mars 05
Avalos R.	Mexique	Fév. 05
Brulfert G.	Région R.A	Nov. 04
Moulin F.	AMN	Oct. 02 (coll. Coriolis)

### STAGIAIRES

Grandchamp X.	Master 1 PSE, Univ. Toulon-Var	01/06/05 - 01/09/05
Bethoux R.	Magistère Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
	Master 1 Physique et Ingénieries	
Calteau M.	Physique, UJF	28/03/05 - 30/06/05
Guiraud O.	L3 Mécanique, UJF	11/04/05 - 11/06/05
Ensminger S.	Magistère, UJF	03/05/04 – 31/07/05
Durantel T.	ESSAIM PFE	01/03/04 - 26/06/04
Joubert G.	ENSHMG 2ème année	14/06/04 - 20/08/04
	IUT 2 Statistique et Traitement	
Montanguon O.	Informatique des Données	05/04/04 - 18/06/04
Tridon S.	EC Nantes PFE	01/06/04 - 27/08/04
Vidal Rémi	ENSTA 2ème année	19/04/04 - 09/07/04
	Maitrise Sciences et Techniques,	
Dallmayr R.	Univ. Pau	03/03/03 - 27/06/03
Lachapelle S.	Licence Mécanique, UJF	16/06//03 - 18/07/03
Lebacque V.	ENSIMAG 2ème année	23/06/03 - 26/09/03
Menassanch-Mas Q.	Licence Mécanique, UJF	16/06/03 - 18/07/03
Charreton L.	Maitrise Mécanique, UJF	16/04/02 - 14/06/02

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

L'équipe THEO compte 5 chercheurs permanents, dont les thématiques s'inscrivent dans le domaine des *écoulements turbulents anisotropes*. Ces écoulements ont fait l'objet d'études depuis plusieurs décennies dans des cadres divers : géophysique, astrophysique, environnement, applications industrielles. Leur anisotropie provient de la présence dans le fluide d'une ou plusieurs forces volumiques : force d'Archimède en fluide stratifié, force de Coriolis en fluide tournant, force de Lorentz dans un champ magnétique.

Les principaux sujets d'études de l'équipe sont *les tourbillons (ou vortex) et les ondes internes*, éléments de base des écoulements turbulents anisotropes, *et le mélange*. On s'intéresse à la génération des ondes, à la dynamique individuelle des vortex et des ondes et à leurs interactions. Ces interactions font intervenir des effets non linéaires, menant au transport de matière (mélange) et de quantité de mouvement, par déferlement d'ondes et instabilité de vortex. Ces processus sont des éléments importants pour les applications environnementales (pollution océanique et atmosphérique) et géophysiques (épaisseur des couches de mélange).

On s'intéresse également aux interactions de ces processus avec un environnement complexe, dans un contexte atmosphérique et océanique. On modélise la dynamique atmosphérique et son couplage avec la chimie de l'ozone dans les régions montagneuses (vallées de Chamonix et de la Maurienne), dans un double but de modélisation de la dynamique atmosphérique et de prédiction de la qualité de l'air en vallée encaissée. On s'intéresse également à la dynamique de la marée interne et au mélange induit par son déferlement dans l'océan.

Enfin, les interactions locales et non locales et leur coexistence sont au coeur de la compréhension de la turbulence magnétohydrodynamique, que le champ magnétique soit imposé ou résulte d'une instabilité dynamo.

180

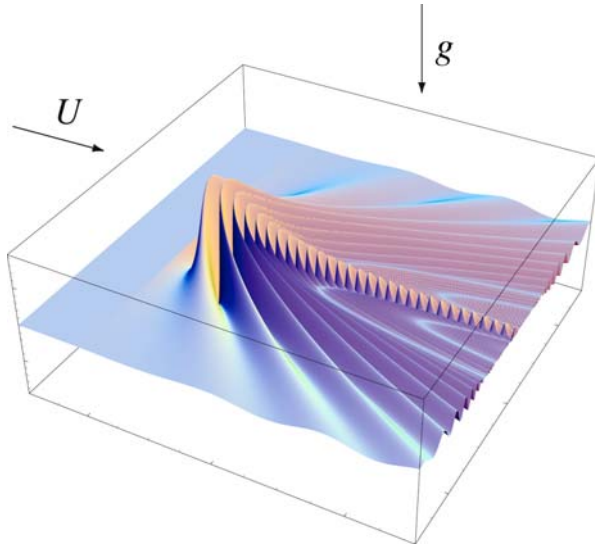
## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

### **Ondes internes de gravité** (Bruno Voisin, Chantal Staquet)

Des études fondamentales ont été menées sur l'émission de deux types d'ondes internes : les ondes monochromatiques, et les ondes de relief.

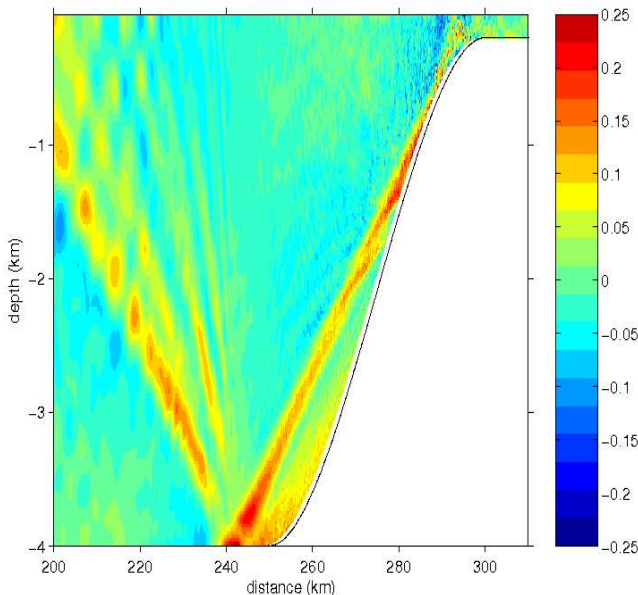
Sous le nom de marée interne (ou barocline), les ondes monochromatiques sont observées dans l'océan où elles sont engendrées par l'interaction de la marée de surface (ou barotrope) avec la topographie sous-marine. En laboratoire, elles sont produites par des corps oscillants. L'émission d'ondes linéaires par un corps oscillant a été étudiée théoriquement en deux volets : émission par une distribution de singularités donnée, et détermination de la distribution équivalente au corps. Pour les ondes, l'importance des effets tridimensionnels et de champ proche a été mise en évidence, ainsi que leur couplage avec des effets visqueux et instationnaires (Voisin, *J. Fluid Mech.*, 2003). Pour un corps sphéroïdal, l'anisotropie et les variations expérimentales de la masse ajoutée du corps avec la fréquence ont été retrouvées et expliquées (master 2 d'A. Chikhi, 2005).

Les ondes de relief, engendrées dans l'atmosphère par l'écoulement permanent sur les reliefs, sont importantes pour la paramétrisation de la friction dans les codes météorologiques, et pour la dispersion des polluants. Leur paramètre de similitude est le nombre de Froude interne. Pour un relief hémisphérique, deux analyses asymptotiques linéaires ont été développées, applicables aux faible et forte stratifications, correspondant aux grand et petit nombres de Froude. Les variations expérimentales de la résistance d'onde avec ce nombre ont été retrouvées et expliquées. Pour les ondes, il a été démontré que l'approximation hydrostatique était inadaptée pour les reliefs tridimensionnels (Voisin, *J. Fluid Mech.*, accepté sous réserve de modifications mineures).



**Figure 1.** Calcul analytique d'ondes internes de gravité engendrées à l'aval d'un relief par un écoulement stratifié en champ lointain (évaluation numérique par *Mathematica*)

Dans un contexte plus appliqué, la marée interne a été étudiée en collaboration avec Theo Gerkema, dans le cadre d'un séjour de deux ans de T. Gerkema dans notre équipe. Cette collaboration a permis de dépasser le cadre linéaire et/ou hydrostatique de ses précédents travaux et d'étudier le déferlement et le mélange induit par la marée interne. Pour le cas simplifié d'un talus droit et d'une stratification constante, le rayon est fortement non linéaire en haut du talus où il est généré (figure 2), et lors de sa réflexion sur le fond de l'océan (Gerkema, Staquet, Bouruet-Aubertot, *Ocean Modeling* 2005, sous presse). Des mesures océaniques récentes soutiennent ces résultats. Pour des latitudes suffisamment basses, le rayon devient instable par instabilité paramétrique, corroborant en cela les prédictions de Hibiya (2002). Ces résultats, novateurs sur le plan international, ont été soumis à *Geophysical Research Letters*. En collaboration avec Christophe Koudella, dans un contexte fondamental, il a été démontré comment l'instabilité paramétrique d'une onde interne extrait de l'énergie de l'onde, c'est-à-dire d'un écoulement de base oscillant en temps et en espace (Koudella & Staquet, *J. Fluid Mech.* 2005, sous presse).



**Figure 2 :** champ de vitesse horizontale de la marée interne, visualisée à 10 périodes de marée barotrope. La marée interne apparaît clairement comme un rayon issu du sommet du talus. Deux régions fortement non linéaires apparaissent : au lieu de génération de la marée interne (très petites échelles produites) et au lieu de réflexion, où des harmoniques sont produits.

**Interaction entre ondes et vortex** (Jan-Bert Flor, Chantal Staquet)

Dans le cadre de la dynamique des vortex et jets géophysiques et de leur échange de matière avec le fluide ambiant, nous avons étudié l'interaction entre les ondes d'inertie-gravité et un écoulement cisailé (jet ou vortex). Nous avons employé des simulations numériques tridimensionnelles et des expériences de laboratoire, guidées par la théorie des rayons. Ces interactions sont peu abordées dans la littérature du fait de leur complexité.

En collaboration avec Neil Edwards, nous avons étudié le transport de matière au travers d'un écoulement cisailé barocline par interaction avec un paquet d'ondes internes de faible amplitude. Nous avons montré que la réfraction du paquet d'ondes par le cisaillement ambiant conduit à de très petites échelles et ralentit fortement la propagation du paquet, de sorte que celui-ci est dissipé au voisinage du courant sans le modifier (Edwards & Staquet, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 2005).

Dans la suite de la thèse de Frédéric Moulin (soutenue le 10/2002) les interactions onde-vortex en fluide stratifié tournant ont été étudiées plus finement (contrat ACI CATNAT) pour des vortex avec différents rapports d'aspect, en incluant l'effet de la viscosité (Moulin & Flor, *J.Fluid Mech.* 2004). Les ondes déferlent de préférence dans des vortex allongés moins baroclines. Un transfert de quantité de mouvement a été mis en évidence d'une onde d'inertie-gravité vers un vortex en fluide stratifié tournant, provoquant une modification de la structure du vortex (Moulin & Flor, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 2005).

### **Fronts et vortex en fluide géophysique** (Jan-Bert Flor)

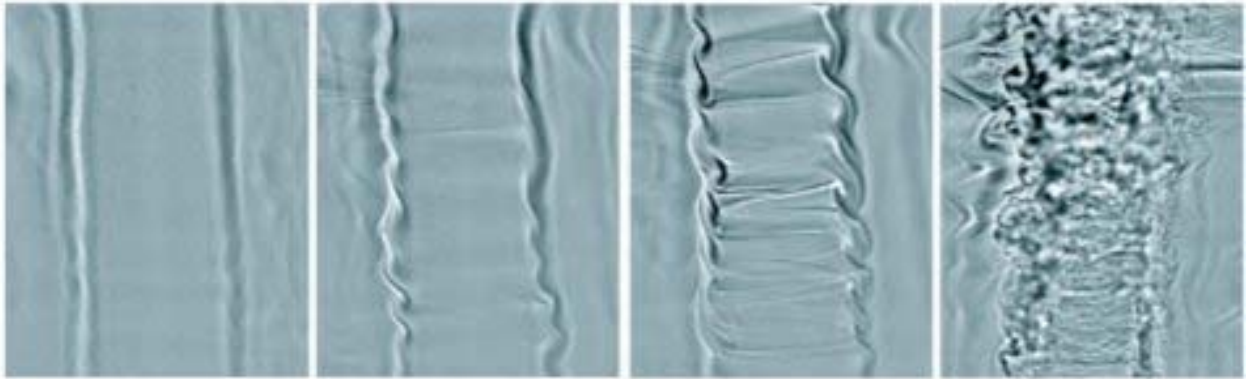
La dynamique des vortex et des fronts a été étudiée dans le cadre de l'ACI CATNAT « Fronts et cyclones intenses » (avec le LMD à Paris, le LSEET à Toulon, le LMFA à Lyon, et l'IRPHE à Marseille). Dans un premier temps nous avons développé des méthodes expérimentales pour étudier un front au laboratoire, et nous avons étudié de façon détaillée la dynamique des vortex. L'influence de stratification sur l'instabilité elliptique des tourbillons a été mise en évidence (thèse de Benjamin Cariteau 2005, et Cariteau & Flor, 2005 *Nonlinear Processes in Geophysics*, soumis ; Cariteau & Flor, *CFM* 2005). Pour des stratifications modérées une nouvelle instabilité a été mise en évidence, qui résulte d'une résonance entre ondes de Kelvin et ondes baroclines. L'interaction entre vortex en fluide stratifié tournant a été explorée en fonction du nombre de Burger, représentant les effets de rotation et de stratification pour différentes tailles de vortex atmosphérique (tornade – cyclone intense – cyclone de moyenne latitude). Il a été montré que l'instabilité des tourbillons - en fluide stratifié tournant en présence d'un cisaillement - domine les interactions entre les vortex.

182

### **Mélange diapycnal** (Jan-Bert Flor, Chantal Staquet)

Dans le cadre d'un projet EPSHOM on s'attache à étudier le mélange par vortex avec axe de vorticité horizontale. Dans un premier temps le mélange diapycnal a été étudié en écoulement de Taylor-Couette. Cette étude nous a permis de réaliser une classification des régimes de mélange en écoulement de Taylor-Couette (Ermanyuk & Flor, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 2005 ; Guyez & Flor, *CFM* 2005).

Le mélange diapycnal est également au coeur de l'étude sur la marée interne discutée plus haut puisqu'il s'agit de déterminer les lieux où se produit le mélange par déferlement ou instabilité paramétrique de la marée et d'estimer ce mélange. Dans l'atmosphère, nous avons démontré et interprété physiquement la loi classique d'entraînement au sommet d'une couche convective sur sol plat, à l'aide du concept d'efficacité de mélange (Chemel & Staquet, soumis à *Geophysical Research Letters*).



**Figure 3.** Instabilité d'un vortex en fluide stratifié visualisé de côté par ombroscopie. La surface libre se trouve en haut. Le centre du vortex se trouve approximativement au milieu des bandes verticales visibles dès la première image. Les instants correspondants sont 27, 29, 30 et 44 s, et la longueur d'onde est de 2cm.

### L'instabilité dynamo (Franck Plunian)

Les activités magnétohydrodynamiques sont liées au récent développement d'expériences de dynamo de nouvelle génération qui diffèrent des précédentes par l'absence de parois internes et qui sont donc plus représentatives de l'effet dynamo produit dans les objets naturels (planètes, étoiles). Il y a actuellement 7 projets dans le monde dont 3 en France (1 à Grenoble). Ces expériences sont coûteuses, techniquement difficiles à mettre en œuvre et pour l'instant aucun effet dynamo n'a pu être reproduit par ces expériences de nouvelle génération. Dans ce contexte, plusieurs facteurs pouvant influencer le seuil de l'apparition de l'effet dynamo ont été identifiés, tels que: 1. les conditions aux limites sur le champ magnétique (Phys. Rev E, 2003, Eur. Phys. J. B, 2005); 2. la séparation d'échelle entre le champ magnétique et l'écoulement (Phys. Fluids, 2005) et 3. le fort taux de turbulence de l'écoulement (thèse de M. Peyrot en cours).

Par ailleurs, dans le cadre de la thèse de R. Avalos-Zuñiga, un formalisme théorique a été développé donnant, sous certaines hypothèses, la force électromotrice moyenne générée par un écoulement constitué d'un anneau de vortex pouvant s'appliquer à la géodynamo.

### Etude des écoulements atmosphériques à des échelles locales (urbaines) en relief complexe

(Jean-Pierre Chollet, Chantal Staquet)

L'approche est celle de la simulation numérique tri-dimensionnelle instationnaire en s'intéressant plus particulièrement aux configurations de vallée qui constituent des systèmes dominés par les circulations thermiques. Le travail s'est centré d'une part sur la participation à la campagne POVA (pollution des vallées alpines), notre équipe étant la seule équipe de modélisation numérique, d'autre part sur des travaux à caractère plus académique, dans une optique de modélisation de la dynamique atmosphérique.

Les valeurs prédites par les modèles ainsi élaborés sur les vallées de Chamonix et Maurienne se comparent bien aux valeurs mesurées en cours de campagne : vent, température, ozone, oxyde d'azote (Chaxel, Brulfert, Chemel & Chollet, *International Journal Environmental Pollution*, 2005). Pour l'été (campagne la plus complète) la modélisation conduit à une description fine des transitions entre vents de vallée montant et descendant ainsi qu'à une bonne définition d'épaisseur de couche mélangée qui joue un rôle majeur dans la capacité de dispersion des polluants. Le modèle a été également validé sur la campagne d'hiver et permet de représenter correctement les effets de stabilisation de l'atmosphère, propice aux fortes concentrations de pollution en matière particulaire. Notre équipe a participé aussi aux mesures avec une exploration de basse couche (300 mètres) par ballon captif et le dépouillement de profileur radar de vent (Chemel & Chollet, *Boundary Layer Meteorology*, 2005). Les cadastres d'émission sont un point sensible et ceux-ci ont été construits en collaboration avec Air APS, agence de qualité de l'air compétente dans ces vallées.

D'un point de vue plus académique, nous avons étudié les mécanismes de formation d'une couche d'inversion thermique en vallée encaissée (Kerbiriou, Staquet & Chollet, soumis à *Boundary Layer Meteorology*) et avons revisité, à l'aide de simulations à très haute résolution réalisées à l'Idris, les mécanismes d'entraînement au travers du sommet de la couche convective sur sol plat (Chemel, Staquet & Chollet, soumis au *Journal of the Atmospheric Sciences*).

## ► METHODES, OUTILS

### Outils théoriques

L'analyse des ondes internes est asymptotique. Pour les ondes monochromatiques, elle repose sur la méthode de la phase stationnaire et fournit un développement au premier ordre. Pour les ondes de relief, elle repose sur l'intégration de Mellin–Barnes et fournit un développement à tous les ordres.

L'analyse des corps oscillants est exacte. La nature de l'équation des ondes internes, elliptique ou hyperbolique selon la fréquence, est mise à profit pour déterminer la représentation du corps oscillant dans le domaine elliptique (correspondant à des ondes évanescentes), puis à opérer son prolongement holomorphe en fréquence vers le domaine hyperbolique (correspondant à des ondes propagatives). La représentation satisfait une équation intégrale de frontière, résolue par dilatation anisotrope des coordonnées et développement en harmoniques sphériques.

### Principaux outils numériques

Plusieurs codes de calcul ont été développés ou utilisés :

- ⇒ un code spectral développé par C. Staquet pour la dynamique des ondes internes et leur interaction avec un courant ;
- ⇒ pour la marée interne, le code de calcul développé au MIT par l'équipe de John Marshall ;
- ⇒ pour la circulation atmosphérique en vallée encaissée, le code ARPS (Advanced Regional Prediction System) développé à l'université d'Oklahoma ;
- ⇒ des codes de résolution des équations pour les rayons dans un fluide stratifié (théorie WKB en coordonnées cartésiennes et en coordonnées cylindriques) ;
- ⇒ des codes de résolution des équations de la MHD (spectral, Galerkin).

### Installations et méthodes expérimentales

- ⇒ Cuve tournante d'un mètre de diamètre ; la densité est mesurée au moyen d'un réseau mobile de sondes de conductivité tandis que le champ de vitesse est déduit de mesures par PIV (§§ 2.1.2, 2.1.3). Le but de ce dispositif unique est de permettre le calcul de la vorticité potentielle. Un système de guidage du champ laser permet des visualisations tridimensionnelles et des mesures de champ de vitesse avec le système de PIV développé à Coriolis.
- ⇒ Dispositif permettant l'étude de l'écoulement de Taylor–Couette ; visualisation par fluorescence induite par laser (LIF) et par strioscopie synthétique. La méthode de LIF permet de mesurer le champ de densité à partir des images vidéo.
- ⇒ Canal de 600 x 40 x 40 cm<sup>3</sup> récemment équipé d'un chariot piloté par ordinateur, sonde et caméra, permettant d'étudier des ondes, le sillage d'un obstacle et le mélange induit par la turbulence anisotrope.

### Perspectives

#### Ondes internes

L'étude de l'interaction des ondes internes de gravité avec la topographie sera poursuivie, dans le but de se rapprocher des conditions océaniques et atmosphériques d'observation de ces ondes. Dans cette optique, dans le cadre d'un projet PATOM 2005, B. Voisin a proposé d'adapter la méthode employée pour l'émission d'une onde par un corps oscillant à la diffusion d'une onde incidente par une topographie (hémisphérique ou semi-cylindrique).

Un projet blanc ANR soumis, regroupant C. Staquet (porteur du projet), J. Somméria et B. Voisin au LEGI, Thierry Dauxois à l'ENS Lyon, Olivier Eiff à l'IMFT (Toulouse) et Alexandre Paci à Météo-France (Toulouse), se propose d'étudier les ondes de relief topographiques, de type marée interne pour l'océan et ondes de relief pour l'atmosphère. Il s'agit, pour la marée interne :

- théoriquement, de passer d'un corps oscillant simple à un corps oscillant quelconque, par couplage avec les méthodes d'intégrales de frontière ou de synthèse multipolaire ;
- numériquement, de développer un modèle non hydrostatique tridimensionnel performant (ce travail fait également l'objet d'un contrat PATOM 2005, en collaboration avec Achim Wirth de l'équipe MEOM);
- expérimentalement, de mener sur la grande plaque Coriolis des études de la génération et du déferlement de la marée interne, en développant une technique de PIV tridimensionnelle.

#### Interaction onde- écoulement, saut de densité ou topographie

Nous souhaitons également étudier :

- la résonance des ondes et leur déferlement au sein d'un tourbillon anticyclonique (collaboration avec Pascale Lelong, Seattle, USA, professeur invité au LEGI en 2006) ;
- l'interaction de la marée interne avec une thermocline bien marquée, menant à la formation des solitons internes (collaboration avec Theo Gerkema, NIOZ) ;
- le comportement non linéaire d'ondes internes réfléchies par une paroi inclinée (collaboration avec Leo Maas, NIOZ). L'énergie de ces ondes piégées se concentre au sein d'un «attracteur» (Maas, 2004).

#### La dynamique des fronts et cyclones intenses :

Dans la continuation de l'ACI CATNAT «fronts instables et cyclones» on s'attache à approfondir la dynamique des fronts de cisaillement et de densité, et la cascade des tourbillons générés par leur instabilité et/ou leur interaction avec des ondes internes. Comment ces vortex sont-ils générés et quelle est l'interaction rétrograde avec le front de grande échelle ? En particulier, on recherche l'application à la genèse des cyclones intenses. Ces études seront effectuées dans les équipes THEO et Coriolis, et rejoignent les études sur la mise en rotation des fluides stratifiés (voir équipe Coriolis).

On se propose également d'étudier le *mélange diapycnal* par des vortex dont l'axe de vorticité est horizontal et longitudinal comme les vortex de Langmuir dans l'océan.

Dans un contexte plus général, on s'attache à caractériser les interactions entre vortex et front de densité et/ou de cisaillement (collaboration non formalisée avec l'UCL de Londres et l'Université de Cambridge).

#### Interaction locale ou non locale en turbulence MHD :

En turbulence MHD un problème toujours non résolu consiste à identifier et comprendre le type d'interaction (locale ou non) entre un écoulement turbulent et un champ magnétique (imposé ou résultant d'une instabilité dynamo). Ce problème est important pour la compréhension de l'organisation du champ magnétique dans les objets naturels (planètes, étoiles, galaxies) et dans les systèmes industriels de métal liquide en mouvement (réacteur à fusion, centrale nucléaire à métal liquide). On abordera ce problème par plusieurs méthodes, en utilisant par exemple un modèle de turbulence en couches (collab. avec Inst. Phys. Perm, Russie) ou par simulation numérique directe 2D (thèse de C. Fargant et collab. Univ. Leeds) et 3D (collab. Obs. Nice).

####  coulements atmosphériques à des échelles locales :

En continuant la modélisation de la qualité de l'air dans les régions montagneuses on s'intéresse à des agglomérations importantes sources de pollution chimique. Le site de Grenoble en est un bon prototype. Les épisodes photochimiques majeurs semblent associés à une structure particulière de couche limite que l'on explicitera. La pollution particulaire sera aussi considérée car dépendant d'une dynamique à priori plus locale au site. Les études explicatives des processus seront



combinées à des études de scénarios intéressant des partenaires utilisateurs, par exemple, l'effet d'une réduction de trafic sur une autoroute péri urbaine.

Des paramétrisations fines du mélange seront évaluées dans leurs effets sur la représentation des concentrations de polluants et leur efficacité réactive. Elles seront combinées à des modèles d'aérosols simplifiés dans le cadre de la vallée de Chamonix, exploitant les mesures réalisées dans la campagne POVA.

D'un point de vue plus académique, on étudiera l'influence d'une topographie sur la loi d'entraînement au travers du sommet de la couche convective, et le rôle des ondes internes dans la turbulence résiduelle nocturne observée dans les mesures *in situ* en vallée.

### ► INSERTION DANS LE CONTEXTE REGIONAL, NATIONAL ET INTERNATIONAL

À l'occasion du programme PATOM 2005, l'INSU souhaite la mise en place à l'échelle nationale d'une «coordination des actions conduites sur les thèmes de la marée interne et des ondes internes dans le cadre de l'océanographie côtière». L'équipe THEO fait partie de cette coordination, au travers des projets PATOM et EPSHOM de C. Staquet et PATOM de B. Voisin. De même, le projet ANR soumis intègre une collaboration sur les marées internes avec T. Dauxois à Lyon et sur les ondes de relief avec O. Eiff et A. Paci à Toulouse.

-A l'occasion des études sur les interactions onde écoulement, des collaborations avec Pascale Lelong (poste de professeur invité de trois mois durant l'année 2005-2006), Theo Gerkema (séjour au LEGI dans le cadre d'un contrat Epsom de novembre 2002 à décembre 2004 puis projet scientifique au sein de Hydralab) et Leo Maas - à partir d'août 2005 – ont été prévues.

Les échanges entamés avec E. Ermanyuk du Lavrentyev Institute of Hydrodynamics (Novossibirsk), à l'occasion d'études sur la masse ajoutée et d'un séjour post-doctoral au LEGI en 2001–2002 sur le mélange diapycnal (financés par EPSHOM), se poursuivent. Des contacts ont eu lieu sur les ondes internes monochromatiques avec T. Akylas du MIT (Cambridge, USA) et S. Llewellyn Smith de l'UCSD (San Diego), dans l'optique de donner lieu à des collaborations futures.

La recherche sur la dynamique des fronts, onde et vortex à été soutenue par des ACI Catastrophes Naturelles en collaboration avec l'IRPHE (Marseille), le LMFA (Lyon), le LMD (Paris) et le LSEET (Toulon). Un projet de continuation est en préparation. Sur la turbulence en fluide stratifié tournant, un projet de collaboration européenne est en préparation avec le LMFA (Lyon), l'Imperial College (Londres) et l'Universita Politecnica Catalunya (Barcelone). L'approche théorique sur l'interaction des vortex avec un front est une collaboration avec Ian Eames (UCL, Londres) et Peter Davidson (Université de Cambridge).

L'ensemble du travail MHD est soutenu par le GDR Dynamo, le LEGI, le programme Econet (Ambassade de France, porté par l'ENS-Lyon) et par la région dans le cadre d'un projet Emergence (porté par le LGIT-Grenoble). Par ailleurs ce travail est fait en collaboration avec des partenaires français (CEA-Saclay, ENS-Paris, ENS-Lyon, LGIT-Grenoble, Obs. Nice) et étrangers (Université de Leeds, Institut d'Astrophysique de Potsdam, Institut de Physique de Perm.). Enfin un projet ANR-numérique sur la dynamo a été soumis le 9 septembre 2005 en collaboration avec plusieurs partenaires français.

Le travail sur la *Pollution Industrielle en Milieu Péri-Urbain* (projet PIMPU) concerne la mesure et l'évolution de la pollution par le mercure dans les sols, les eaux et l'air, dans une zone d'extension limitée au sud de l'agglomération grenobloise. La circulation atmosphérique au sein de ce projet a été reconnue par l'*Observatoire de Grenoble* et dotée d'un financement de démarrage. Un projet de collaboration avec Richard Perkins de l'Ecole Centrale de Lyon a été proposé dans le cadre du pôle régional *Envirhônalp*, sur la modélisation de la circulation atmosphérique à petite échelle en relief de plaine et de montagne. Egalement un projet sur le transport de polluants et de particules

dans l'air a été proposé en collaboration avec Patrick Rairoux du laboratoire LASIM à Lyon dans le cadre régional 'Cluster environnement'.

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C., STAQUET C., WINTERS K.B. (2001) Particle dispersion and mixing induced by breaking internal gravity. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 33, pp. 95-134.

STAQUET C., BOURUET AUBERTOT P. (2001) Mixing in weakly turbulent stably stratified flows. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 34, pp. 81-102.

MARMOTTANT P., VILLERMAUX E. (2001) Ligament mediated drop formation. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. S7.

LEBLANC S. (2001) Acoustic excitation of vortex instabilities. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 13, pp. 3496-3499.

FLOR J.-B., EAMES I. (2002) The dynamics of monopolar vortices on a topographic beta-plane. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 456, pp. 353-376.

FLOR J.-B., UNGARISH M., BUSH J.W.M. (2002) Spin-up from rest in a stratified fluid : boundary flows. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 472, pp. 51-82.

PLUNIAN F., RADLER K.H. (2002) Harmonic and subharmonic solutions of the Roberts dynamo model. Application to the Karlsruhe experiment. *Magnetohydrodynamics*. ISSN : 0891-9801. , vol. 38 (1-2), pp. 92-103.

STAQUET C., HUERRE G. (2002) On transport across a barotropic shear flow by breaking inertia-gravity waves. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 14, pp. 1993-2006.

STAQUET C., SOMMERIA J. (2002) Internal gravity waves: from instabilities to turbulence. *Annual review of fluid mechanics*. ISSN : 0066-4189. , vol. 34, pp. 559-593.

PLUNIAN F., RADLER K.H. (2002) Subharmonic dynamo action in the Roberts flow. *Geophysical and astrophysical fluid dynamics*. ISSN : 0309-1929. , vol. 96 (2), pp. 115-133.

ROSSI L., THIBAUT J.-P.; (2002) Investigation of wall normal electromagnetic actuator for seawater flow control. *Journal of Turbulence*. , vol. 3.

GODEFERD F., STAQUET C. (2003) Statistical modelling and direct numerical simulations of decaying stably stratified turbulence. Part 2. Flow anisotropy. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 486, pp. 115-159.

AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., GAILITIS A. (2003) Influence of electro-magnetic boundary conditions onto the onset of dynamo action in laboratory experiments. *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics*. ISSN : 1063-651X. , vol. 28, n. 0066307.

THIBAUT J.-P., ROSSI L. (2003) Electromagnetic Flow Control : Characteristic Numbers and Flow Regimes of a Wall-Normal Actuator. *Journal of physics. D. Applied physics*. ISSN : 0022-3727. , vol. 36, pp. 2559-2568.

LEBLANC S. (2003) Internal wave resonances in strain flows. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 477, pp. 259-283.

VOISIN B. (2003) Limit states of internal wave beams. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 496, pp. 243-293.

MARMOTTANT P., VILLERMAUX E. (2003) Atomisation primaire dans les jets coaxiaux. *Combustion*. ISSN : 0010-2172. , vol. 2, pp. 89-125.

FLOR J.-B. , BUSH J.W.M. , UNGARISH M. (2004) An experimental study on the spin-up of a stratified fluid.. Geophysical and astrophysical fluid dynamics. ISSN : 0309-1929. , vol. 98, pp. 277-296.

EAMES I., FLOR J.-B., LANDEYROU M. (2004) Inviscid coupling between point symmetric bodies and singular distributions of vorticity. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. .

ERMANYUK E.V., FLOR J.-B. (2004) Taylor-Couette flow in a two-layer stratified fluid : instabilities and mixing. Dynamics of atmospheres and oceans, Special Issue on: . ISSN : 0377-0265. , pp. 57-69.

MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2004) On the spin-up by a rotating disk in a rotating stratified fluid. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120. , vol. 516, pp. 155-180.

EDWARDS N.R., STAQUET C. (2004) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. Dynamics of atmospheres and oceans. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1, pp. 91-113.

ROSSI L., THIBAUT J.-P. (2004) Electromagnetic forcing in turbulence and flow control: Experimental characterization of centrifugally forced flow by means of a dye jet probe. Experiments in fluids. ISSN : 0723-4864.

STAQUET C. (2004) Gravity and inertia-gravity internal waves : breaking processes and induced mixing. Surveys in geophysics, Kluwer Academic Publishers. ISSN : 0169-3298. , vol. 25, n. 3-4, pp. 281-314.

MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2005) The effect of wave-breaking on the dynamics and mixing properties of a tall vortex. Dynamics of atmospheres and oceans. Special issue on: Topics in rotating and stratified fluids. eds. Flor J.B. & Boyer D.. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1 - 2, pp. 115-130.

PLUNIAN F. (2005) An optimal scale-separation for a dynamo experiment. Physics of fluids. ISSN : 1070-6631. , vol. 17, pp. 048-106.

BRULFERT G., CHEMEL C., CHAXEL E., CHOLLET J.-P. (2005) Modelling photochemistry in alpine valleys. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions. , vol. 5, n. 2, pp. 1115-2501.

CHAXEL E., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHEMEL C. (2005) Production of ozone in the Chamonix Valley (France).. International journal of environment and pollution. ISSN : 0957-4352. , vol. 24, n. 1, 2, 3, 4, pp. 201-217.

FLOR J.B., BOYER D. (2005) Special issue on rotating and stratified fluids.. Dynamics of atmospheres and oceans. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1 - 2 , pp. 1-130.

#### ► PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAITRE OU SOUMISES

MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2004) Wave-vortex interaction in a rotating stratified fluid: WKB simulations. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

VOISIN B. (2005) Lee waves from a sphere in a stratified flow. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2005) Mean electromotive force for a ring of helical vortices. Part 1: z-independent case. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2005) Mean electromotive force for a ring of helical vortices. Part 2: z-dependent case. Journal of fluid mechanics. ISSN : 0022-1120.

BRULFERT G., CHOLLET J.-P., JOUVE B., VILLARD H. (2005) Atmospheric emission inventory of Maurienne valley for atmospheric numerical model. Science of the Total Environment.

CHEMEL C., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHAXEL E. (2005) Observations of the daytime atmospheric boundary layer in deep alpine valleys.. *Boundary - layer meteorology*. ISSN : 0006-8314.

AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F. (2005) Influence of inner and outer walls electromagnetic properties on the onset of a stationary dynamo. *European physical journal.B*.

MOULIN F., FLOR J.B. (2005) Wave-vortex interaction in a rotating stratified fluid : experiments and simulations.. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.

EAMES I., FLOR J.B. (2005) The effect of a distributed drag force on the spreading of jets and plumes.. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.

LEPROVOST N., DUBRULLE B., PLUNIAN F. (2005) Instability in presence of noise : the example of homopolar dynamo. *Physica. D*. ISSN : 0167-2789.

KOUDELLA C., STAQUET C. (2005) Instability mechanisms of a two-dimensional progressive internal gravity wave. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.

GERKEMA T., STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P. (2005) Nonlinear effects in internal tide beams and mixing. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.

STAQUET C. (2005) Focusing and breaking of internal gravity waves through interaction with a background shear flow (Proceedings of the Ringberg Workshop on Interdisciplinary Aspects of Turbulence). MPA Series.

#### ► CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

LEORAT J., LALLEMAND P., GUERMOND J.L., PLUNIAN F. (2001) Dynamo action, between numerical experiments and liquid sodium devices. In : *Dynamo and Dynamics, a Mathematical Challenge*.

STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C. (2001) Mixing by breaking international gravity waves. In : *Turbulent mixing in geophysical flows*. pp. 175-200.

PLUNIAN F., MASSE P. (2002) Couplage magnéto-hydraulique : modélisation de la dynamo cinématique. In : *Electromagnétisme et éléments finis*. Vol. 3, chapitre 6, pp. 215-247.

#### ► CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005) A PARAITRE

STAQUET C. (2005) Internal gravity waves in geophysical fluids. In : *CISM Lecture Notes n° 288*. Eds. : Springer-Verl



# TURBOCAV

## TURBOMACHINES ET CAVITATION

### MEMBRES PERMANENTS

Franc J.P.	DR2 CNRS Chef d'équipe
Achard J.L.	DR2, CNRS 20%
Barre S.	CR1 CNRS
Fortes-Patella R.	MCF INPG
Goncalves E.	MCF INPG
Joussellin F.	MCF UJF
Kueny J.L.	PR2 INPG
Maître T.	MCF INPG
Pellone C.	CR1 CNRS

### DOCTORANTS

#### Thèses en cours

Alnaga M.	EGIDE	oct. 03
Boitel G.	CNRS/CNES	déc. 03
Choffat T.	MENRT	oct. 03
Hassan W.	CNES/CEA	déc. 02
Helali A.	EGIDE	oct. 03
Rolland J.	MENRT	oct. 04
Sansone E.	Gvt Vénézuéla	oct. 03

#### Thèses soutenues

Challier Guillaume	MENRT	Nov. 02
Pham Thi Kim-Loan	Région	Janv. 02
Ploesteanu Cristina	MENRT	Déc. 04
Pouffary Benoît	CNES/SNECMA	Déc. 04
Reynaud Sylvain	MENRT	Juil. 03
Zoppé Béatrice	MENRT	Nov. 04

#### Thèses externes en cours

Xavier Faure	ADEME-CSTB	oct. 04
--------------	------------	---------

### STAGIAIRES

Amet E.	Université de Bucarest	Avril 05 - Juin 05
Mamadou A.B.	Master 1 Mécanique, UJF	02/05/05 - 22/06/05
Gaudin E.	Ecole Navale PFE	29/08/05 - 10/11/05
Drouelle S.	Ecole Navale PFE	29/08/05 - 10/11/05
Montane M.	IUT Mesures Physiques	18/04/05 - 24/06/05
Arnaud S.	Magistère de Mécanique	Février 04 - Mai 04
Ballester C.	IUP GC 2 <sup>ème</sup> année	Nov. 04 - Avril 05
Bros O.	IUP GSI 2 <sup>ème</sup> année	Juin 04 - Sept. 04
Donguy A.	IUP GC 2 <sup>ème</sup> année	Nov. 04 - Avril 05
Fauchery F.	Magistère de Mécanique	Fév. 04 - Mai 04
Garcia-Gabarren C.	Université de Carthagène	Sept. 04 - Juin 05
Berges Q.	ENSHMG 2ème année	15/06/04 - 30/08/04
Broussaud Y.	ENSHMG 2ème année	14/06/04 - 17/09/04
Renou T.	SUPMECA, PFE	05/04/04 - 29/09/04
Rossi S.	Master 1 Mécanique, UJF	19/04/04 - 30/06/04
Meresse O.	IUP GSI 2 <sup>ème</sup> année	Juin 04 - Sept. 04
Richon J.	IUP GC 2 <sup>ème</sup> année	Nov. 03 - Avril 04
Tamisier T.	IUP GC 2 <sup>ème</sup> année	Nov. 03 - Avril 04
Mattana J.	Magistère de Mécanique	Fév. 03 - Mai 03
Menassanch Q.	Magistère de Mécanique	Fév. 03 - Mai 03
Bariller B.	Ecole Navale PFE	10/03/03 - 02/05/03
Boitel G.	ENHSMG PFE + Master 2 MFT	03/03/03 - 30/09/03
Choffat T.	ENSHMG PFE + Master 2 MFT	03/03/03 - 30/09/03
Danguy des Déserts X.	Ecole Navale PFE	10/03/03 - 02/05/03
Fernandez C.	ENSHMG 1ère année	23/06/03 - 15/08/03
Molette F.	ENSHMG PFE	03/03/03 - 30/09/03
Ningre	INSA Rouen 2ème année	02/06/03 - 31/10/03
Leriche F.	IUT Génie Thermique	10/04/02 - 21/06/02
Perrin J.	ENSHMG PFE	04/03/02 - 30/06/02
Tarziu D.	Université de Bucarest	Nov. 01 - Janv. 02

#### DEA, DRT

Attamanesh A.	05	MFT
Broussaud Y.	05	MFT
Perrin J.	02	MFT
Cabana S.	02	MFT
Renou T.	04	Paris 6

## ► CONTEXTE SCIENTIFIQUE GENERAL

Notre équipe fondée dans les années 60 a une longue tradition de recherche dans le domaine de la cavitation. A la suite de la restructuration du CREMHYG en 1995, les compétences de l'équipe "Cavitation" d'origine ont été étendues avec l'intégration en 2000 de l'équipe "Turbomachines" pour former le groupe "Turbomachines & Cavitation" que l'on connaît aujourd'hui.

Son activité est liée à des applications industrielles de pointe et reçoit le soutien de partenaires tels que ALSTOM, le CNES, la DGA, EDF, la Snecma, le CSTB...

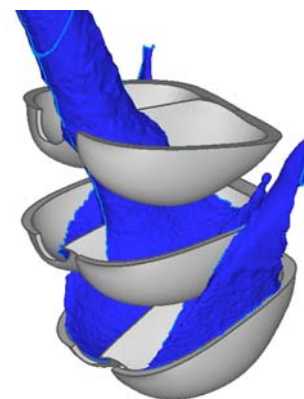
Notre équipe qui compte à ce jour huit permanents allie des recherches à caractère fondamental – sur les mécanismes de pulsations de poches ou d'érosion de cavitation par exemple – à des recherches plus appliquées telles que le développement de nouveaux concepts d'hydroliennes et les études sur les bâtiments à qualité environnementale économes en énergie.

Elle mène à la fois des travaux expérimentaux sur des moyens d'essais lourds, des travaux théoriques de développement de modèles physiques et des travaux de simulation numérique sur des codes "maison" ou commerciaux.

## ► PRINCIPAUX RESULTATS SCIENTIFIQUES ACQUIS SUR LA PERIODE

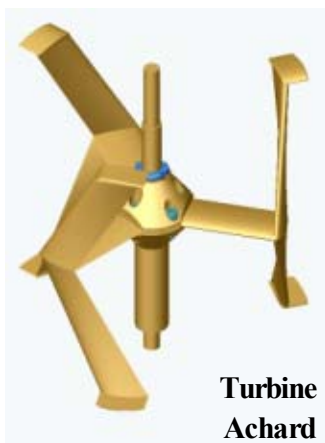
**Analyse et modélisation de l'écoulement dans une turbine Pelton** (T. Maître, C. Pellone, B. Zoppé)

L'objectif de cette recherche, menée avec le soutien d'Alstom Power, est d'estimer la capacité du code de calcul Fluent à modéliser les écoulements tridimensionnels complexes à surface libre rencontrés dans les turbines Pelton. La validation a été réalisée par comparaison avec des résultats expérimentaux obtenus sur un auget fixe. La faisabilité d'une modélisation instationnaire a été démontrée en considérant trois augets en rotation. Ces résultats, obtenus dans le cadre de la thèse de B. Zoppé, sont parmi les plus avancés dans le domaine. Aujourd'hui les simulations instationnaires sont poursuivies au sein de la Société Alstom afin d'en améliorer la précision et de pouvoir à terme reproduire la colline de rendement de la turbine. L'industriel pourra alors réaliser de véritables optimisations du dessin de ses augets sur la base de ces simulations.



192

**Projet HARVEST "Hydrolienne à Axe de Rotation Vertical Stabilisé"** (J.L. Achard, L. Guittet, T. Maître, C. Pellone, C. Ploesteanu)



**Turbine  
Achard**

Le projet concerne un nouveau concept de turbine pour la récupération de l'énergie des courants marins. Faisant appel à diverses disciplines de la mécanique, il regroupe plusieurs laboratoires de la région Rhône Alpes. Un des principaux objectifs est de proposer des solutions innovantes par rapport au concept de turbine à axe vertical de Gorlov, séduisant mais comportant toutefois un certain nombre de faiblesses. Dans ce contexte deux brevets INPG ont été déposés, portant sur la turbine dite «Achard» ainsi que sur son système de maintien. L'écoulement dans une turbine à axe vertical est complexe du fait des variations d'incidence au cours de la rotation et des décollements dynamiques qui en résultent. Le phénomène de cavitation peut en outre apparaître pour certaines configurations de fonctionnement.

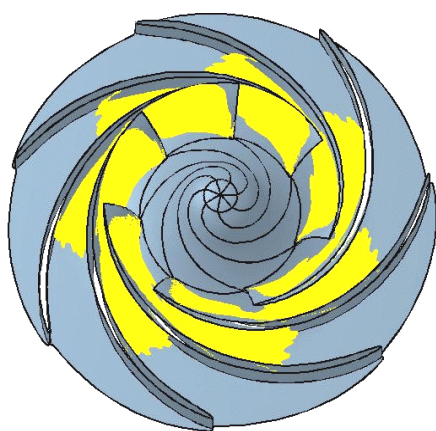
Le LEGI intervient sur des aspects numériques et expérimentaux. D'un point de vue numérique, un calcul bidimensionnel de profil tournant a montré la richesse de l'apport de la modélisation pour la

compréhension de la physique de ces écoulements (thèse C. Ploesteanu). Actuellement, dans le cadre de sa thèse, E. Sansone développe un calcul bidimensionnel cavitant de la turbine. Des simulations tridimensionnelles seront réalisées à l'aide d'un code dédié, développé à l'Ecole Centrale de Lyon. D'un point de vue expérimental, une maquette d'hydrolienne est d'ores et déjà mise en place dans le tunnel hydrodynamique du LEGI (DRT de L. Guittet). Ce moyen d'essais est un outil essentiel pour l'optimisation de la turbine Achard. Il permettra de valider les simulations numériques.

### **Modélisation des écoulements cavitants instationnaires et instabilités de cavitation**

(G. Boitel, R. Fortes-Patella, E. Goncalvès, F. Jousselein, J. Perrin, B. Pouffary, J. Rolland)

L'objectif de cette étude, menée avec le soutien du CNES et de Snecma, est la prédiction de la cavitation dans les géométries tridimensionnelles complexes des pompes d'alimentation des moteurs-fusées. Un modèle diphasique de type barotrope a été mis en œuvre dans le code commercial Fine Turbo pour simuler le développement des structures de vapeur et prédire la chute de performances associée.



Simulation des poches de cavitation dans une pompe centrifuge

En parallèle, l'utilisation d'un code 2D "maison" nous a permis:

- ⇒ d'étudier le comportement instationnaire et la structure diphasique des poches de cavitation dans différentes géométries (venturi, hydrofoils, grille d'aubes) ;
- ⇒ de tester et d'analyser l'influence de différents modèles de turbulence
- ⇒ d'étudier les interactions entre un organe cavitant et le circuit hydraulique environnant.

Au cours de cette période, un second modèle de cavitation basé sur la résolution d'une équation de transport pour le taux de vide a été implémenté et différents outils de post-traitement ont été développés.

A la demande du CNES et de Snecma, une analyse des instabilités de cavitation a été menée sur des grilles d'aubes. Plusieurs régimes instables non équilibrés ont été simulés. Les calculs ont permis de prédire une cartographie des régimes de cavitation instable en bon accord qualitatif avec l'expérience et de proposer des mécanismes physiques de développement des instabilités. L'analyse physique a aussi été effectuée par des méthodes de traitement d'images, développées spécifiquement pour l'étude des régimes de cavitation non équilibrés, dans le cadre notamment de stages co-encadrés avec le CREMHyG.

### **Analyse expérimentale fine de la structure interne des poches de cavitation**

(S. Barre, G. Boitel, M. Riondet et M. Barry, M. Montane, S. Rossi)

Cette étude vise à mesurer le taux de vide, les vitesses moyennes et les niveaux de turbulence dans tout l'espace diphasique d'une cavité. Les mesures sont réalisées à l'aide d'une bisonde optique comme pour l'étude de Stutz et Reboud (2000). Cependant une nouvelle méthode de calcul des histogrammes de vitesse instantanée a été développée afin de lever certaines ambiguïtés de détermination des moments statistiques.

Plusieurs retombées scientifiques sont attendues et déjà partiellement obtenues:

- ⇒ une meilleure connaissance des champs de vitesse moyenne et de taux de vide indispensable à la validation des codes de calcul et à la compréhension des processus de vaporisation/condensation



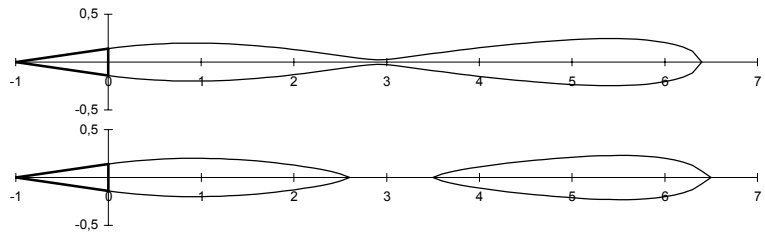
⇒ dans le cas des poches autopulsantes, une description en moyenne de phase du cycle pulsatoire de la poche avec une mise en évidence de sa dynamique globale et en particulier une caractérisation du jet rentrant.

Les perspectives à moyen terme sont de construire une expérience test de plus grande dimension que le venturi actuellement utilisé sur les installations du CREMHYG afin de faire des mesures plus précises à la fois du taux de vide et de la vitesse mais aussi simultanément de la pression régnant dans le mélange diphasique. A partir de ces données, des tests sur la validité des modèles de changement de phase utilisés dans les codes de calcul pourront être effectués et certaines hypothèses telles que celle d'un changement de phase barotrope pourront être validées ou invalidées. On essaiera de plus d'obtenir de manière indirecte la vitesse du son dans le mélange diphasique. Cette information est capitale pour la description de la physique de l'écoulement et a une influence majeure sur la stratégie de calcul numérique à utiliser (schémas numériques compressibles).

### Engins hypervéloces et supercavitation

(S. Barre, J.P. Franc, T. Maître, C. Pellone, M. Perrin, M. Riondet, E. Sansone)

Les travaux engagés ces dernières années sur ce thème à la demande de la DGA sont en cours d'achèvement. L'accent a été mis sur les aspects modélisation des phénomènes de supercavitation et de ventilation qui se manifestent en hydrodynamique rapide. Des comparaisons systématiques ont



Modélisation du phénomène instationnaire de pincement d'une supercavité et de lâcher d'une structure de vapeur

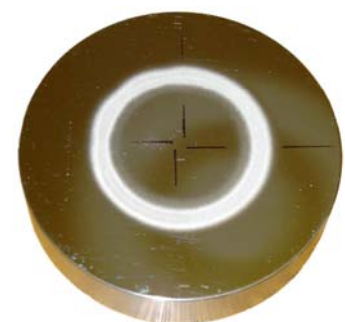
été réalisées entre diverses approches: méthode analytique, méthode quasi-analytique basée sur le principe de Logvinovich, technique des singularités, codes Navier-Stokes (Fluent et CavKa). La recherche a permis de comparer les performances de ces diverses techniques en terme de caractéristiques moyennes (longueur de cavité, coefficient de traînée) et instationnaires.

194

### Etude des mécanismes d'érosion par cavitation

(A. Attamanesh, S. Barre, G. Challier, T. Choffat, R. Fortes-Patella, J.P. Franc, M. Riondet)

Notre équipe mène depuis plusieurs années des travaux de recherche suivis sur le phénomène d'érosion par cavitation. Ces travaux ont bénéficié depuis 2003 d'une nouvelle impulsion avec notre engagement dans le programme européen PREVERO. Le domaine d'application est l'industrie automobile et plus précisément les injecteurs de moteurs diesels. L'équipe s'est dotée d'un nouveau moyen d'essais lui permettant d'accéder expérimentalement au stade le plus avancé de l'endommagement caractérisé par l'arrachement de matière. Les aspects modélisation (1) de l'agressivité d'un écoulement cavitant et (2) de la réponse des matériaux aux sollicitations hydrodynamiques sont abordés en liaison étroite avec le département "Physique du Métal" du LTPCM (Grenoble).



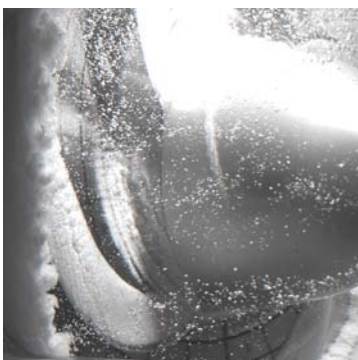
Eprouvette érodée dans le nouveau tunnel hydrodynamique de l'équipe

De plus, dans le cadre de collaborations avec le Bassin d'Essais des Carènes et EDF, un modèle original de prédiction d'érosion de cavitation permettant de lier les caractéristiques globales des écoulements cavitants à l'endommagement des parois solides a été proposé. Il utilise les outils numériques développés au sein du laboratoire pour la simulation (1) des écoulements cavitants

instationnaires et (2) de l'interaction fluide/matériau sur la base d'un modèle élastoplastique à grande vitesse de déformation. Il a été appliqué à un hydrofoil testé expérimentalement au BEC. Une validation plus approfondie est envisagée sur la base de données expérimentales nouvelles fournies par EDF ou obtenues dans la nouvelle boucle d'érosion de l'équipe.

**Cavitation en fluide réel et effet thermodynamique** (S. Barre, G. Boitel, R. Fortes-Patella, J.P. Franc, E. Goncalvès, W. Hassan, M. Riondet, J. Rolland)

Le développement de la cavitation dans les fluides autres que l'eau froide et en particulier dans les fluides cryogéniques utilisés en propulsion spatiale s'accompagne d'effets thermiques qui peuvent affecter l'extension des zones diphasiques et le déclenchement des instabilités de cavitation.

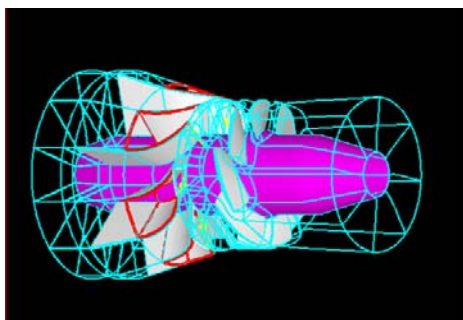


Vue d'un inducteur en fin d'essais de cavitation au R114

Les travaux réalisés par l'équipe sur ce thème comportent à la fois un volet expérimental mené en collaboration avec le CREMHYG qui dispose des moyens d'essais adaptés et un volet théorique d'analyse physique et de modélisation. D'un point de vue expérimental, deux types d'investigation sont en cours sur un inducteur spatial. Une technique d'absorption de rayons X a été développée en partenariat avec le CEA Saclay en vue de quantifier les volumes de vapeur. Par ailleurs, une campagne de mesure directe du sous-refroidissement des poches de cavitation par thermocouples embarqués est en préparation. Ces travaux visent à la constitution d'une base de données indispensable à la validation du volet théorique de l'opération. L'objectif final est le

développement d'un modèle de cavitation avec effets thermiques qui pourra être intégré aux outils de modélisation en cours de développement dans l'équipe.

**Optimal design" appliqué aux turbomachines hydrauliques** (J.L. Kueny, A. Helali, A. Alnaga)



Géométrie de la turbine axiale "optimisée"

Les techniques de conception optimale, utilisant un réseau de neurones artificiel (ANN) avec des algorithmes génétiques (GA), associés à la CFD ouvrent des perspectives nouvelles dans la conception des turbomachines. Pour cet objectif, une chaîne complète de conception automatisée et robuste est conçue : paramétrisation de la géométrie, automatisation de la technique de maillage du domaine fluide, calcul CFD et script d'analyse des résultats. Cet ensemble de procédures est piloté par le module d'optimisation. La fonction "objectif" proposée tient compte des pertes dans la roue et des pertes d'énergie

cinétique à la sortie de la turbine. Elle permet d'optimiser la turbine pour le débit du projet.

Il a ainsi été possible d'obtenir automatiquement le tracé hydraulique d'une turbine axiale hydraulique en modélisant l'ensemble roue, cône et aspirateur. L'optimisation de l'ensemble complet prenant en compte le distributeur est actuellement en développement. Elle permettra d'obtenir la « meilleure » turbine (dans l'espace des paramètres géométriques) : rendement optimal pour un débit et une chute imposée.

**Transferts thermiques en mini-canal** (J.P. Franc, T. Maître, S. Reynaud, M. Riondet)

En collaboration avec le LCMI (Grenoble) confronté à des problèmes de refroidissement d'aimants à haut champ, notre équipe mène une recherche sur les transferts thermiques par convection

forcée en mini-canal. Une première phase des travaux consacrée aux écoulements monophasiques s'est achevée avec la soutenance de thèse de S. Reynaud. Les mesures de coefficient d'échange convectif ont montré que les corrélations habituelles restent valables pour des canaux de petite taille, jusqu'à 300  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Cette étude devrait se poursuivre par une analyse expérimentale des transferts thermiques en régime diphasique.

### **Projet "Bâtiment à qualité environnementale économe en énergie, voire producteur d'énergie"**

(F. Jousselein, X. Faure, P. Pierson, D. Quenard)

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national "Bâtiment 2010" (devenu PREBAT à l'automne 2004), dont le principal objectif est de construire des bâtiments à faible consommation énergétique (15 kWh/m<sup>2</sup>/an, au lieu de 200 kWh/m<sup>2</sup>/an actuellement). Il s'agit de développer une enveloppe hybride de bâtiment, qui intègre l'aspect isolation thermique combiné à l'utilisation directe de l'énergie disponible localement (solaire, vent, pluie...). En équipant ces bâtiments de systèmes énergétiques utilisant des énergies renouvelables, ils deviennent alors autonomes, voire producteurs d'énergie (bâtiment à énergie positive). Les aspects stockage et distribution d'énergie sont pris en compte dans le cadre de la conception d'une enveloppe dynamique où de l'air circule et assure ainsi le transport énergétique et l'homogénéisation des températures. La première étape consiste à maîtriser cette circulation d'air ; ceci fait l'objet de la thèse ADEME-CSTB, démarrée en octobre 2004 sur l'optimisation et l'intégration d'enveloppes hybrides pour des bâtiments à faible consommation énergétique et accueillie au CSTB. Une modélisation numérique est en cours de développement ; les premiers résultats confrontés à l'expérience seront présentés aux 12<sup>èmes</sup> Journées Internationales de Thermique (JITH) au Maroc en novembre 2005.

Un bâtiment-prototype devrait être réalisé d'ici l'été 2006 sur le site du CSTB, pour permettre de tester différentes parois hybrides. Il a fait l'objet de l'appel d'offre ANR-PREBAT proposé fin juin 2005 avec plusieurs partenaires : CSTB, UJF-IUT 1 (Génie Civil), INPG-LAG, Université de Savoie-LOCIE, CTBA...

196

#### **▶ METHODES, OUTILS**

L'équipe "Turbomachines & Cavitation" du LEGI met en œuvre des méthodes d'investigation à la fois expérimentales, théoriques et numériques.

D'un point de vue expérimental, elle dispose de moyens d'essais propres qui sont principalement son tunnel hydrodynamique et sa nouvelle boucle d'essais d'érosion de cavitation. La deuxième veine du tunnel hydrodynamique a récemment été reconfigurée en vue de recevoir une nouvelle section d'essais dédiée au projet d'hydroliennes HARVEST. Dans le cadre du projet européen PREVERO, l'équipe s'est récemment dotée d'une nouvelle boucle hydraulique. Ses caractéristiques, notamment en pression et en vitesse, en font un moyen adapté à l'analyse de tous les stades du processus d'érosion par cavitation.

Par ailleurs, l'équipe collabore étroitement avec le CREMHYG qui dispose de plusieurs moyens d'essais lourds sur lesquels elle intervient pour ses travaux de recherche dans le domaine de la propulsion spatiale.

En parallèle avec l'expérimentation, l'équipe a une forte activité de développement de modèles physiques et de simulation numérique. Citons, à titre d'exemple, les simulations 3D d'écoulements cavitants instationnaires réalisées sur la base du code FINE TURBO de NUMECA pour les inducteurs de moteurs fusées.

#### **▶ PERSPECTIVES**

L'équipe "Turbomachines & Cavitation" du LEGI est engagée dans plusieurs grands projets.

Le projet HARVEST consacré aux hydroliennes à axe vertical et initié par le LEGI en 2000 est maintenant bien engagé. De nombreux partenaires y collaborent sous la coordination de T. Maître

et J.L. Achard. Une nouvelle étape a été franchie en juin 2005 avec la mise en place du moyen d'essais, rendant ainsi possible la caractérisation expérimentale de diverses variantes d'hydroliennes. Parallèlement, un effort important est réalisé dans le domaine de la modélisation en vue de développer une simulation réaliste des écoulements particulièrement complexes rencontrés dans ces machines.

Grâce à son implication dans le projet européen PREVERO, l'équipe a pu se doter d'un nouveau tunnel hydrodynamique. Les vitesses d'écoulement importantes qui y sont atteintes conduisent à une augmentation considérable de l'agressivité de cavitation par rapport aux moyens expérimentaux dont disposait jusqu'alors l'équipe, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de recherches.

Citons enfin la poursuite des activités dans le domaine de la cavitation pour le secteur spatial. Cette thématique restera une thématique forte de l'équipe pour les prochaines années. L'activité expérimentale va se renforcer avec la réalisation prochaine d'essais de cavitation faisant appel à des techniques nouvelles de rayons X et de mesures embarquées. Les travaux de modélisation et de simulation numérique seront également poursuivis avec l'objectif, fixé par le CNES et Snecma, de se doter à terme d'un moyen de simulation des écoulements cavitants en fluide réel.

### ▶ INSERTION DANS LE CONTEXTE NATIONAL ET INTERNATIONAL

Les diverses activités présentées précédemment témoignent de l'ouverture nationale et internationale de l'équipe "Turbomachines & Cavitation".

Son implication dans le programme européen PREVERO lui a permis de s'ouvrir à de nouvelles collaborations internationales avec des partenaires du secteur automobile tels que AVL, Bosch, Fiat et de nouvelles universités européennes. La collaboration étroite avec le LTPCM (INP Grenoble) a permis à l'équipe grenobloise d'étendre ses compétences, en matière d'érosion de cavitation, au comportement des matériaux.

La collaboration avec le CREMHYG constitue le support essentiel de nos recherches en cavitation pour le secteur spatial. Des échanges réguliers ont également lieu avec nos collègues du LML (Lille) qui, comme nous, travaillent pour le CNES et la Snecma sur la caractérisation du fonctionnement cavitant des inducteurs. Cette thématique est l'objet de relations suivies avec divers collègues étrangers en particulier de l'université d'Osaka (Prof. Tsujimoto), de l'"Institute of Space Technology and Aeronautics" de la "Japan Aerospace Exploration Agency" (Dr. Yoshida) et de l'Université de Pise (Prof. d'Agostino).

Dans le cadre du projet HARVEST soutenu par EDF, notre équipe assure la coordination des recherches entre plusieurs partenaires principalement les laboratoires 3S, le LEG (INP Grenoble) et le laboratoire LDMS (INSA Lyon). Ce projet est également l'occasion d'une collaboration avec l'ECL sur les aspects code de calcul. En ce qui concerne les expérimentations, une collaboration s'engage avec l'université de Kiushu (Prof. Furukawa) dans le cadre du programme d'échange de la JSPS. Une autre collaboration est d'ores et déjà engagée avec l'Université Technique de Construction de Bucarest.

Plusieurs autres activités témoignent de l'ouverture nationale et internationale de l'équipe parmi lesquelles nous pouvons citer la participation très active de J.L. Kueny aux recherches menées à l'IMHEF (Lausanne) et l'implication des membres de l'équipe dans plusieurs comités d'organisation de conférences nationales et internationales.

### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005)

AUVITY B., BARRE S., BRAUD P., BONNET J-P. (2001) Etude expérimentale des champs turbulents acoustiques à l'immédiat aval d'une onde de choc. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Serie IIb. , vol. 329, n. 11, pp. 783-789.

- CALLENAERE M., FRANC J-P., MICHEL J-M. (2001) The cavitation instability induced by the development of a re-entrant jet. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 444, pp. 223-256.
- DEBRAY F., FRANC J-P., MAITRE T., REYNAUD S. (2001) Mesure de coefficient de transfert thermique par convection forcée en mini canaux. *Mécanique et Industrie*. , vol. 2, n. P175, pp. 443-454.
- COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J-L., FORTES-PATELLA R. (2002) Numerical study of the effect of the leading edge shape on cavitation around inducer blade sections. *JSME international journal. Series B : Fluids and thermal engineering*. ISSN : 1340-8054. , vol. 45, n. 3.
- LOHRBERG H., STOFFEL B., FORTES-PATELLA R., COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.-L. (2002) Numerical and experimental investigation on the cavitating flow in a cascade of hydrofoils. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 33/4, pp. 578-586.
- BERCHICHE N., FRANC J.-P., MICHEL J.-M. (2002) A cavitation erosion model for ductile materials. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 124, n. 3, pp. 601-606.
- BERCHICHE N., FRANC J.-P., MICHEL J.-M. (2002) Prédiction du taux d'érosion de cavitation des matériaux ductiles. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 2, pp. 18-23.
- COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2002) Simulation of unsteady cavitation with a two-equations turbulence model including compressibility effects. *Journal of Turbulence*. , vol. 3, n. 058.
- REYNAUD S., FRANC J.P., MAITRE T. (2003) Transferts thermiques convectifs en mini-canal : confrontation calculs/mesures. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5.
- COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., STOFFEL B., HOFMANN M. (2003) Experimental and numerical studies of a centrifugal pump in cavitating conditions. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 125, n. 6.
- COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. (2003) Evaluation of the turbulence model influence on the numerical simulations of unsteady cavitation.. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 25, n. 1, pp. 38-45.
- MAITRE T., ACHARD J.-L. (2003) Une source d'énergie renouvelable possible : les hydrauliques. *Revue de l'énergie*. ISSN : 0303-240X. , vol. 546, pp. 315-319.
- PELLONE C., FRANC J.P., PERRIN M. (2004) Modelling of unsteady 2D cavity flows using the Logvinovich independence principle. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069. , vol. 332, pp. 827-833.
- COLLIN E., BARRE S., BONNET J.P. (2004) Experimental study of a supersonic jet-mixing layer interaction. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 16, n. 3, pp. 765-778.
- MAURI S., KUENY J.L., AVELLAN F. (2004) Werle-legendre separation in a hydraulic machine draft tube. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 26, n. 6, pp. 976-980.
- FRANC J.P., REBATTET C., COULON A. (2004) An experimental investigation of thermal effects in a cavitating inducer. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 126, pp. 716-723.
- COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.L., DELANNOY Y. (2004) Numerical simulation of the unsteady behaviour of cavitating flows. *International Journal Num. Methods in Fluids*. , vol. 42, n. 5, pp. 527-548.
- COUTIER-DELGOSHA O., COURTOT Y., JOUSSELIN F., REBOUD J.L. (2004) Numerical simulation of the unstead cavitation behavior of an inducer blade cascade.. *AIAA journal*. ISSN : 0001-1452. , vol. 42, n. 3, pp. 560-569.
- REYNAUD S., DEBRAY F., FRANC J.-P., MAITRE T. (2005) Hydrodynamics and heat transfer in minichannels. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 48, pp. 3197-3211.

COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., HAKIMI N., HIRSCH C. (2005) Stability of preconditioned Navier-Stokes equations associated with a cavitation model.. Computers & fluids. ISSN : 0045-7930. , vol. 34, n. 3, pp. 319-349.

COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. STUTZ B. (2005) Test case n° 30 : Unsteady cavitation in a Venturi type section (recueil de cas tests réunis par le CEA). Multiphase Science and Technology. , vol. 16.

COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., HAKIMI N., HIRSCH C. (2005) Numerical simulation of cavitating flow in 2D and 3D inducer geometries.. International journal for numerical methods in fluids. ISSN : 0271-2091. , vol. 48, n. 2, pp. 135-167.

#### ▶ PUBLICATIONS DE RANG A (2001 – 2005) A PARAÎTRE OU SOUMISES

MAITRE TH., ACHARD J.L., GUITTET L., PLOESTEANU C. (2005) Marine turbine development : numerical and experimental investigations. Transactions on Mechanics, Scientific bulletin of the Politehnica University of Timisoara. ISSN : 1224-6077.

COUTIER-DELGOSHA O., MOREL P., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2005) Numerical simulation of turbopump inducer cavitating behavior. International journal of rotating machinery.

FORTES-PATELLA R., COUTIER-DELGOSHA O., PERRIN J., REBOUD J.-L. (2005) A numerical model to predict unsteady cavitating flow behaviour in inducer blade cascades. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.

ZOPPE B., PELLONE CH., MAITRE TH., LEROY P. (2005) Flow analysis inside a Pelton turbine bucket. Journal of turbomachinery. ISSN : 0889-504X.

POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., LAMBERT P.A. (2005) Numerical analysis of cavitation instabilities in inducer blade cascade.. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.

POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. LAMBERT P.A. (2005) Numerical simulation of 3D cavitating : analysis of cavitation head drop in turbomachinery.. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.

#### ▶ OUVRAGES (2001 – 2005)

FRANC J.P., MICHEL J.M. (2004) Fundamentals of cavitation. Fluid mechanics and its applications, Kluwer.

#### ▶ CONTRIBUTIONS A OUVRAGES (2001 – 2005)

DELVILLE J., COLLIN E., LARDEAU S., DENIS S., LAMBALLAIS E., BARRE S., BONNET J.-P. (2003) Controls of jets by radial fluid injection. In : Fluids Dynamics and Aeronautics New Challenges. Eds. : Periaux J., Champion M. Gagnepain J.J., Pironneau O., Stoufflet B. & Thomas P.. International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), Barcelona, Spain. pp. 53-82.



# 3

## BILAN QUANTITATIF





## 3.1 OUVRAGES

### ► PUBLICATIONS PARUES

#### 2001

- Ouv1. GEURTS B.J., FRIEDRICH R., METAIS O. (2001) Direct and Large-Eddy Simulation IV, ERCOFTAC Series, Kluwer Academic Publishers. 526 p.

#### 2002

- Ouv2. B. LISMONDE (2002) Climatologie du monde souterrain. Tome 1 : Vent des Ténèbres. Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère. ISBN : 2-902670-48-6. vol. 1, 167 p.
- Ouv3. B. LISMONDE (2002) Climatologie du Monde Souterrain. Tome 2 : Aérologie des systèmes karstiques. Comité Départemental de Spéléologie de l'Isère. ISBN : 2-902670-49-4. 361 p.
- Ouv4. ALEMANY A., COLLETTE J.P., MEDART P., ROUX J.P., CHAIX J.E., LIMBOURG N. (2002) MHD concept for robotic and human exploration of the solar system. Recueil de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

#### 2003

- Ouv5. ALEMANY A. (2003) Magneto-hydro-dynamics - Special issue selected papers of the 5th International Pamir conference fundamental and applied MHD. October-December 2003. A. Alemany and A. Cebers. Vol. 39, n° 4.
- Ouv6. ALEMANY A., CEBERS A. (2003) Magneto-hydro-dynamics - Special issue selected papers of the 5th International Pamir conference fundamental and applied MHD. July - September 2003.. A. Alemany and A. Cebers. Vol. 39, n° 3.
- Ouv7. ALEMANY A., VOGIN C., ROUX J.P., CHAIX J.E., BIDAULT C., MEDART P., DELEPAUT C., LIMBOURG N. (2003) Concept for robotic and human exploration for the solar system : MHD Thermo-acoustic concept. Recueil de l'Agence Spatiale Européenne (ESA).

#### 2004

- Ouv8. FRIEDRICH R., GEURTS B.J., METAIS O. (2004) Direct and Large-Eddy Simulation V. ERCOFTAC Series, Kluwer Academic Publishers. 650 p.
- Ouv9. COGNET G., HESTO P., HOUZELOT J.L., ROMBAUD CH., TAINE J., TAMAIN B. (2004) L'énergie au XXIème siècle : une réflexion prospective. Dossier réalisé par la MISSION SCIENTIFIQUE TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE du Ministère de la Recherche. 52 p.
- Ouv10. FRANC J.P., MICHEL J.M. (2004) Fundamentals of cavitation. Fluid mechanics and its applications, Kluwer.

#### 2005

- Ouv11. COGNET G. (2005) Nanosciences et Nanotechnologies: une réflexion prospective. MISSION SCIENTIFIQUE TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE du Ministère de la Recherche. 92 p.

### ► PUBLICATIONS A PARAÎTRE

#### 2005

- Ouv12. SOMMERIA J., DAVIS P. (2005) The fluid dynamics of coastal seas, closed basins and lakes. Surveys in Geophysics, 25, 3-4.

- Ouv13. LESIEUR M., METAIS O., COMTE P. (2005) Large-eddy simulations of turbulence. Cambridge University Press. 248 p.

## 3.2 CONTRIBUTIONS A OUVRAGES

### ► PUBLICATIONS PARUES

#### 2001

- Cov1. METAIS O. (2001) Large-Eddy Simulations of Turbulence. In : New trends in Turbulence, EDP Sciences, Springer-Verlag. pp. 112-186.
- Cov2. LEORAT J., LALLEMAND P., GUERMOND J.L., PLUNIAN F. (2001) Dynamo action, between numerical experiments and liquid sodium devices. In : Dynamo and Dynamics, a Mathematical Challenge.
- Cov3. STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C. (2001) Mixing by breaking international gravity waves. In : Turbulent mixing in geophysical flows. pp. 175-200.

#### 2002

- Cov4. SOMMERIA J. (2002) Two-dimensional turbulence. New trends in turbulence (Les Houches 2000). Edited by M. Lesieur, A. Yaglom et F. David (EDP/Springer)
- Cov5. BORDAS M.L., CARTELLIER A., SECHET P. (2002) A one-dimensional two-fluid model for cocurrent bubbly flows in fixed beds (Proc.2nd BIOT Conference on Poromechanics, August 26 – 28 / Grenoble, France). In : Poromechanics II., A.A. Balkema/ISBN 90-5809-394-8. pp. 127-133.
- Cov6. DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) On the effect of coherent structures on grid/subgrid-scale interactions in turbulent plane jets: the transition and far field regions. In : Advances in Les of complex flows.
- Cov7. LESIEUR M., YAGLOM A., DAVID F. (2002) New trends in turbulence. Les Houches Summer School of Theoretical Physic.. In : EDP Sciences, Springer. 554 p.
- Cov8. PLUNIAN F., MASSE P. (2002) Couplage magnéto-hydraulique : modélisation de la dynamo cinématique. In : Electromagnétisme et éléments finis. Vol. 3, chapitre 6, pp. 215-247.

#### 2003

- Cov9. FERRERO E., LONGHETTO A., MANFRIN M., MONTABONE L., MORTARINI L. , DIDELLE H., SOMMERIA J., GIRAUD C., BERTONI D., FORZA R. (2003) Physical simulation of atmospheric flow and turbulence. Physmod2003 : International Workshop on Physical Modelling of Flow and Dispersion Phenomena, 3 - 5 September 2003, Prato, Italy. In : Proceedings, Firenze University Press 143.
- Cov10. CAMENEN B., LARROUDE P. (2003) Un modèle morphologique côtier pour la création de barres rythmiques. In : Revue française de génie civil. pp. 1099-1116.
- Cov11. LESIEUR M. (2003) Large-eddy simulations: a tool for aeronautics. In : Fluid dynamics and aeronautics, new challenges. Eds. : Periaux J., Champion M. and Al.
- Cov12. DELVILLE J., COLLIN E., LARDEAU S., DENIS S., LAMBALLAIS E., BARRE S., BONNET J.-P. (2003) Controls of jets by radial fluid injection. In : Fluids Dynamics and Aeronautics New Challenges. Eds. : Periaux J., Champion M. Gagnepain J.J., Pironneau O., Stoufflet B. & Thomas P.. International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), Barcelona, Spain. pp. 53-82.

#### 2004

- Cov13. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J. (2004) An experimental investigation of a boundary current instability. In : Shallow flows. Eds. : Blakema Publishers, Rotterdam, edited by Jirka G. and Uijttewaals W.
- Cov14. BOYER D., SRDIC A.N., SMIRNOV S.A., HAIDVOGEL D.B , SOMMERIA J. (2004) Aspect of oscillatory along-shelf flow in the vicinity of an isolated submarine canyon. In : Shallow flows. Eds. : Blakema Publishers, Rotterdam, edited by Jirka G. and Uijttewaals W.
- Cov15. HURTHER D., TERRA E.A., LEMMIN U. (2004) Dynamics of shear layers induced by hairpin packets in shallow free-surface flows: implications for gas transfer. In : Shallow Flows. Eds. : Uijttewaals W. and Jirka G.H., Balkema, Amsterdam
- Cov16. TARDU S., MICHELUTTI L. (2004) Microsystèmes utilisés dans les grands écoulements. Traité EGEM. In : Microfluidiques. Eds. : Hermès. Tome 6, chapitre 10, 44p.
- Cov17. TARDU S. (2004) Transferts thermiques dans les microcanaux. Traité EGEM. In : Microfluidiques. Eds. : Hermès. Tome 6, Chapitre 6, 36 p.

## 2005

- Cov18. ALEMANY A., CHOPART J.P. (2005) An outline of Magneto-electrochemistry. In : Magnetohydrodynamics : Evolution of Ideas and Trends. Eds. : Molokov S., Moreau R., Moffatt H.K., Springer 2005, Series Fluid Mechanics and its applications (Series editor R.Moreau). Chapitre 5.
- Cov19. BONTEMPS A. (2005) Measurements of single-phase pressure drop and heat transfer coefficient in micro and minichannels.. In : Microscale heat transfer - Fundamental and applications. Eds. : Kakac S., Vasiliev L.L., Bayazitoglu Y. and Yener Y., Kluwer Academic Publishers.
- Cov20. BONTEMPS A., AGOSTINI B., CANEY N. (2005) Flow boiling in minichannels. In : Microscale heat transfer - Fundamental and applications. Eds. : Kakac S., Vasiliev L.L., Bayazitoglu Y. and Yener Y. , Kluwer Academic Publishers.

### ► PUBLICATIONS A PARAITRE

## 2005

- Cov21. CARTELLIER A. (2005) Optical probes for multiphase flows. In : Encyclopedia of Sensors. Eds. : Craig A. Grimes, Elizabeth C. Dickey and Michael V. Pishko, American Scientific Publishers.
- Cov22. CANOT E., CARTELLIER A., HERVIEU E. (2005) Axisymmetric body emerging through a free surface. In : Validation of advanced computational methods for multiphase flow. Eds. : Lemonnier H., Jamet D., Lebaigue O., Serie in Thermal & Fluid.
- Cov23. CAMENEN B., LARROUDE P. (2005) Modélisation de la formation des barres sableuses. In : Revue Océanis.
- Cov24. STAQUET C. (2005) Internal gravity waves in geophysical fluids. In : CISM Lecture Notes n° 288. Eds. : Springer-Verlag.

## 3.3 PUBLICATIONS DANS DES REVUES

### ► PUBLICATIONS PARUES

2001

- P1. CHENG H.K., FINCHAM A., MAXWORTHY T. (2001) Sonic boom penetration under a wavy air-water interface. *The Journal of the Acoustical Society of America* . , vol. 110, n. 5, pp. 2665-.
- P2. ROCHE P-E., CASTAING B., CHABAUD B., HEBRAL B., SOMMERIA J. (2001) Side wall effects in Rayleigh-Bénard experiments. *The European physical journal. B, Condensed matter physics.* ISSN : 1434-6028. , vol. 24, pp. 405-408.
- P3. SOMMERIA J. (2001) Unweaving the whirls. *Nature.* ISSN : 0028-0836. , vol. 413, pp. 575-.
- P4. HERNANDEZ R-H., BAUDET C. (2001) Ultrasound scattering by forced laminar wakes. Vortex structure and dynamics. *Lecture notes in physics.* ISSN : 0075-8450. , pp. 173-189.
- P5. ACHARD J-L., CARTELLIER A., (2001) Laminar dispersed two-phase flows at low concentration: III Pseudo-turbulence. *Archives of mechanics.* ISSN : 0373-2029. , vol. 53, n. 2, pp. 123-150.
- P6. CARTELLIER A., RIVIERE N. (2001) Bubble-induced agitation and microstructure in uniform bubbly flows at small to moderate particle Reynolds numbers. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. 8, pp. 2165-2181.
- P7. LIJU P-Y., MACHANE R., CARTELLIER A. (2001) Surge effect during the water exit of an axisymmetric body travelling normal to a plane interface: experiments and BEM simulation. *Experiments in fluids.* ISSN : 0723-4864. , vol. 31, pp. 241-248.
- P8. CARTELLIER A. (2001) Optical probes for multiphase flows characterization : some recent improvements.. *Chemical engineering technology.* ISSN : 0930-7516. , vol. 24, n. 5, pp. 535-538.
- P9. HOPFINGER E., RASTELLO M., ANCEY C. (2001) Simulation of powder snow avalanches. *Bulletin of the American Physical Society.* ISSN : 0003-0503. , vol. 46-10, pp. 98-.
- P10. VARGA C., HOPFINGER E., LASHERAS J.C. (2001) Atomization of a small diameter liquid jet. *Bulletin of the American Physical Society.* ISSN : 0003-0503. , vol. 46-10, pp. 149-.
- P11. LISMONDE B. (2001) L'âne de Buridan, le principe de Curie et l'effet-cheminée. *Karstologia.* ISSN : 0751-7688. , vol. 37, pp. 23-28.
- P12. MICHALLET H., MATHIS C., MAISSA P., DIAS F. (2001) Flow filling a curved pipe. *ASME Journal of Fluids Engineering.* ISSN : 0098-2202. , vol. 123 (3), pp. 686-691.
- P13. AMIROUDINE S., BONTOUX P., LARROUDE P., GILLY B., ZAPPOLI B. (2001) Direct numerical simulation of instabilities in a two-dimensional near-critical fluid layer heated from below. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 442, pp. 119-140.
- P14. GUIZIEN K., BARTHELEMY E. (2001) Hort wave phase shifts by large free surface solitary waves. *Experiments and models. Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. 12, pp. 3624-3635.
- P15. HURTHER D., LEMMIN U. (2001) A discussion of equilibrium near bed concentration of suspended sediment. *Journal of hydraulic engineering.* ISSN : 0733-9429. , vol. 127, n. 5, pp. 333-436.
- P16. HURTHER D., LEMMIN U. (2001) Shear stress statistics and wall similarity analysis in turbulent boundary layers using a high resolution 3D ADVP. *IEEE journal of oceanic engineering.* ISSN : 0364-9059. , vol. 25, n. 4, pp. 446-457.

- P17. HURTHER D., LEMMIN U. (2001) A correction method for turbulence measurements with a 3D acoustic Doppler velocity profiler. *Journal of atmospheric and oceanic technology*. ISSN : 0739-0572. , vol. 18, n. 3, pp. 446-458.
- P18. KILLWORTH P.D., DIETERICH C., LE PROVOST C., OSCHLIES A., WILLEBRAND J. (2001) Assimilation of altimetric data into an eddy-permitting model of the North Atlantic.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, 313 p. , pp. 335-.
- P19. BALLABRERA J., BRASSEUR P., VERRON J. (2001) Dynamical evolution of the error statistics with the SEEK filter to assimilate altimetric data in eddy-resolving ocean models.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009. , n. 127, pp. 233-253.
- P20. BARNIER B., REYNAUD T., BECKMANN A., BONING C., MOLINES J.M., BARNARD S., JIA Y. (2001) On the seasonal variability and eddies in the North Brazil Current : insights from model intercomparison experiments.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611. , n. 48, pp. 195-230.
- P21. BONING C., DIETERICH C., BARNIER B., JIA Y. (2001) Seasonal cycle of meridional heat transport in the subtropical North Atlantic : intercomparison of the DYNAMO models and observations near 25 N.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611.
- P22. BRANKART J.M., PINARDI N. (2001) Abrupt cooling of the Mediterranean levantine intermediate water at the beginning of the 1980s : observational evidence and model simulation.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 31, n. 8, pp. 2307-2320.
- P23. CARME S., PHAM D.T., VERRON J. (2001) Improving the singular evolutive extended Kalman filter for strongly nonlinear models for use in ocean data assimilation.. *Inverse problems*. ISSN : 0266-5611. , n. 17, pp. 1535-1559.
- P24. CARMILLET V., BRANKART J.M., BRASSEUR P., DRANGE H., EVENSEN G., VERRON J. (2001) A singular evolutive extended Kalman filter to assimilate ocean color data in a coupled physical-biochemical model of the North Atlantic ocean.. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003. , n. 3, pp. 167-192.
- P25. CROSNIER L., BARNIER B., TREGUIER A.M. (2001) Aliasing of inertial oscillations in the 1/6° Atlantic circulation Clipper model : impact on the mean meridional heat transport.. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003. , vol. 3, pp. 21-32.
- P26. NEW A., BARNARD S., HERRMANN P., MOLINES J.M. (2001) On the origin and pathway of the saline inflow to the Nordic Seas.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 255-288.
- P27. NEW A.L., JIA Y., COULIBALY M., DENG J. (2001) On the role of the Azores current in the ventilation of the North Atlantic ocean.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 163-194.
- P28. PENDUFF T., BARNIER B., BERANGER K., VERRON J. (2001) Comparison of near-surface mean and eddy flows from two numerical models of the South Atlantic ocean.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 106, n. C8, pp. 16,857-16,867.
- P29. PENDUFF T., COLIN DE VERDIERE A., BARNIER B. (2001) General circulation and intergyre dynamics in the eastern North Atlantic from a regional primitive equation model.. *Journal of Geophysical Research*. , vol. 106, pp. 22,313-22,329.
- P30. SOKOLOVSKIY M., VERRON J., VAGINA I.M. (2001) Effect of submerged small-height obstacle on the dynamics of a distributed heton.. *Izvestiya. Atmospheric and oceanic physics*. ISSN : 0001-4338. , vol. 37, n. 1, pp. 122-123.
- P31. WILLEBRAND J., BARNIER B., BONING C., DIETERICH C., KILLWORTH P., LE PROVOST C., JIA Y., MOLINES J.M., NEW A. (2001) Circulation characteristics in three eddy-permitting models of the North Atlantic.. *Progress in oceanography*. ISSN : 0079-6611. , vol. 48, pp. 123-162.
- P32. TREGUIER A.M., BARNIER B., DE MIRANDA A., MOLINES J.M., GRIMA N., IMBARD M., MADEC G., MESSENGER C., MICHEL S. (2001) An eddy permitting model of the Atlantic circulation : evaluating open boundary conditions.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 106, pp. 22115-22129.
- P33. ACKERMANN C., METAIS O. (2001) A modified selective structure function subgrid-scale model. *Journal of Turbulence*. vol. 1, n. 011.

- P34. LESIEUR M., COMTE P. (2001) Filtrage de Favre et macro-température en simulation des grandes échelles de la turbulence compressible. *Compte-rendu de l'Académie des Sciences Serie IIb.* , vol. 329, pp. 363-368.
- P35. OSSIA S., LESIEUR M. (2001) Large-scale energy and pressure dynamics in decaying 2D incompressible isotropic turbulence. *Journal of Turbulence.* , vol. 2, n. 013.
- P36. LESIEUR M. (2001) Looking for turbulence structures : a numerical exploration.. *Flow, turbulence and combustion.* ISSN : 1386-6184. , vol. 66, n. 4, pp. 477-494.
- P37. SOUIDI N., BONTEMPS A. (2001) Countercurrent gas-liquid flow in plate-fin heat exchangers with plain and perforated fins. *International journal of heat and fluid flow.* ISSN : 0142-727X. , vol. 22, n. 4, pp. 450-459.
- P38. TARDU S. (2001) Active control of near wall turbulence by local unsteady blowing. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 439, pp. 217-253.
- P39. BONTEMPS A., (2001) Transferts de chaleur et de masse. Condensation de mélanges de vapeur. *Techniques de l'ingénieur. Génie Energétique.* ISSN : 0399-4171.
- P40. BELGHAZI M., BONTEMPS A., SIGNE J-C., MARVILLET C. (2001) Condensation heat transfer of a pure fluid and binary mixtures outside a bundle of smooth horizontal tubes. Comparison of experimental results and a classical model. *International journal of refrigeration.* ISSN : 0140-7007. , vol. 24, n. 8, pp. 841-855.
- P41. FAVRE-MARINET M., CAMANO E-B. (2001) The density field of coaxial jets with large density differences. *International journal of heat and mass transfer.* ISSN : 0017-9310. , vol. 44/10, pp. 1913-1924.
- P42. MARTIN WITKOWSKI L., MARTY P., WALKER J. (2001) Liquid-metal flow in a finite-length cylinder with a high-frequency rotating magnetic field. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 436, pp. 131-144.
- P43. BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C., STAQUET C., WINTERS K.B. (2001) Particle dispersion and mixing induced by breaking internal gravity. *Dynamics of atmospheres and oceans.* ISSN : 0377-0265. , vol. 33, pp. 95-134.
- P44. STAQUET C., BOURUET AUBERTOT P. (2001) Mixing in weakly turbulent stably stratified flows. *Dynamics of atmospheres and oceans.* ISSN : 0377-0265. , vol. 34, pp. 81-102.
- P45. MARMOTTANT P., VILLERMAUX E. (2001) Ligament mediated drop formation. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 13, n. S7.
- P46. LEBLANC S. (2001) Acoustic excitation of vortex instabilities. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 13, pp. 3496-3499.
- P47. AUVITY B., BARRE S., BRAUD P., BONNET J-P. (2001) Etude expérimentale des champs turbulents acoustiques à l'immédiat aval d'une onde de choc. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Serie IIb.* , vol. 329, n. 11, pp. 783-789.
- P48. CALLENAERE M., FRANC J-P., MICHEL J-M. (2001) The cavitation instability induced by the development of a re-entrant jet. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 444, pp. 223-256.
- P49. DEBRAY F., FRANC J-P., MAITRE T., REYNAUD S. (2001) Mesure de coefficient de transfert thermique par convection forcée en mini canaux. *Mécanique et Industrie.* , vol. 2, n. P175, pp. 443-454.

## 2002

- P50. SOMMERIA J. (2002) "Avis de tempête sur Jupiter". *L'Astronomie.* ISSN : 0004-6302. , vol. 116, pp. 138-148.
- P51. POTHERAT A., SOMMERIA J., MOREAU R. (2002) Effective boundary conditions for magnetohydrodynamic flows with thin Hartmann layers. *Physics of fluids.* ISSN : 1070-6631. , vol. 14, pp. 403-.
- P52. BOUCHET F., SOMMERIA J. (2002) Emergence of intense jets and Jupiter Great Red Spot as maximum entropy structures. *Journal of fluid mechanics.* ISSN : 0022-1120. , vol. 464, pp. 165-207.

- P53. CHAVANIS P-H., SOMMERIA J. (2002) Statistical mechanics of the shallow water system. *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics*. ISSN : 1063-651X. , vol. 65, n. 2.
- P54. PIERINI S., FINCHAM A., RENOUEAU D., D'AMBROSIO M-R., DIDELLE H. (2002) Laboratory modeling of topographic Rossby normal modes. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 644, pp. 1-21.
- P55. SERRA N., SADOUX S., AMBAR I., RENOUEAU D. (2002) Observation and laboratory modeling of meddy generation at Cape St Vincent. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 32, n. 1, pp. 3-25.
- P56. LONGHETTO A., MONTABONE L., PROVENZALE A., DIDELLE H., GIRAUD C., BERTONI D., FORZA R. (2002) Coherent vortices in rotating flows : a laboratory view. *Il Nuovo cimento. C*. ISSN : 0390-5551. , vol. 25, n. 2, pp. 233-249.
- P57. GIRAUD C., LONGHETTO A., DIDELLE H., FERRERO E., BRIATORE L., CHABERT D'HIERES G., GLEIZON P. (2002) A laboratory simulation of mesoscale flow interaction with the Alps. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 35, pp. 1-25.
- P58. ALISEDA A., CARTELLIER A., HAINAUX F., LASHERAS J. (2002) Effect of preferential concentration on the settling velocity of heavy particles in homogeneous isotropic turbulence. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 468, pp. 77-105.
- P59. FLORSCH N., BEGHEIN C., LISMONDE B., CLERC P. (2002) Sur l'aéragé naturel des anciennes galeries de mines en zone montagneuse : expérimentation et modélisation. *Revue d'archéométrie*. ISSN : 0399-1237. , vol. 26, pp. 47-65.
- P60. GOVENDER K., ALPORT M.J., MOCKE G., MICHALLET H. (2002) Video Measurements of Fluid Velocities and Water Levels in Breaking Waves. *Physica Scripta*. ISSN : 0031-8949. , vol. T97, pp. 152-159.
- P61. GUIZEN K., BARTHELEMY E. (2002) Accuracy of solitary wave generation by a piston wave maker. *Journal of hydraulic research*. ISSN : 0022-1686. , vol. 40, n. 3, pp. 321-331.
- P62. DURAND F., GOURDEAU L., DELCROIX T., VERRON J. (2002) Assimilation of sea surface salinity in a tropical oceanic general circulation model (OGCM) : a twin experiment approach.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 107, n. C12, pp. 5-1-5-14.
- P63. PENDUFF T., BARNIER B., KERBIRIOU M.A., VERRON J. (2002) How topographic smoothing contributes to differences between the eddy flows simulated by sigma and geopotential-coordinate models.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 32, n. 1, pp. 122-137.
- P64. PENDUFF T., BRASSEUR P., TESTUT C.E., BARNIER B., VERRON J. (2002) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric data in the South Atlantic Ocean : impact on basin-scale properties.. *Journal of marine research*. ISSN : 0022-2402. , vol. 60, pp. 805-833.
- P65. SOKOLOVSKIY M., VERRON J. (2002) New stationary solutions to the problem of three vortices in a two-layer fluid.. *Doklady physics*. ISSN : 1028-3358. , vol. 47, n. 3, pp. 233-237.
- P66. SOKOLOVSKIY M.A., VERRON J. (2002) Dynamics of triangular two-layer vortex structures with zero total intensity.. *Regular and chaotic dynamics*. , vol. 7, n. 4, pp. 435-472.
- P67. BECKERS J.M., RIXEN M., BRASSEUR P., BRANKART J.M., ELMOUSSAOUI A., CREPON M., HERBAUT C., MARTEL F., VAN DEN BERGHE F., MORTIER L., LASCARATOS A., DRAKOPOULOS P., KORRES G., NITTIS K., PINARDI N., MASETTI E., CASTELLARI S., CARINI P., TINTORE J., ALVAREZ A., MONSERRAT S., PARILLA D., VAUTARD R., SPEICH S. (2002) Model intercomparison in the Mediterranean : MEDMEX simulations of the seasonal cycle.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 33-34, pp. 215-251.
- P68. REMY E., GAILLARD F., VERRON J. (2002) Variational assimilation of tomography data : twin experiments in a quasi-geostrophic model.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009. , vol. 128, pp. 1739-1758.
- P69. HAUET G., LESIEUR M. (2002) Large-Eddy Simulations of turbulent compressible channel flow over riblets. *Engineering Turbulence Modelling and Measurements*. , n. 5, pp. 229-235.



- P70. DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) Vortex control of bifurcating jets: a numerical study. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 14, n. 11, pp. 3798-3819.
- P71. DA SILVA C.B., METAIS O. (2002) On the influence of coherent structures upon interactions in turbulent plane jet. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 473, pp. 103-145.
- P72. SALINAS-VAZQUEZ M., METAIS O. (2002) Large Eddy Simulation of the turbulent flow through a heated square duct. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 453, pp. 201-238.
- P73. HOWARD R.J.A., POURQUIE M. (2002) Large eddy simulation of an Ahmed reference model. *Journal of Turbulence*. , vol. 3, n. 012.
- P74. AL RADI M., COGNET G. (2002) Transfert à une interface liquide / liquide au fond d'une cuve cylindrique à couvercle tournant. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série IIb, mécanique, physique, astronomie*. ISSN : 1287-4620. , vol. 330, pp. 327-332.
- P75. LAHJOMRI J., OUBARA A., ALEMANY A. (2002) Heat transfer by laminar Hartmann's flow in thermal entrance region with a step change in wall temperatures: the Graetz problem extended. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 45, pp. 1127-1148.
- P76. LAHJOMRI J., ZNIBER K., OUBARRA A., ALEMANY A. (2002) Heat transfer by laminar Hartmann's flow in thermal entrance region with uniform wall heat flux: the Graetz problem extended. *Energy conversion and management*. ISSN : 0196-8904. , vol. 44, pp. 11-34.
- P77. IPEC N., LIOR N., BARK F., EKLUND A., ALEMANY A. (2002) A simple analytical model for predicting some features of the electrolytic steel-picking process. *Russian journal of electrochemistry*. ISSN : 1023-1935. , vol. 38, n. 3, pp. 238-.
- P78. GEORGESCU C., ACHARD J.-L., CANOT E. (2002) Jets drops ejection in bursting gas bubble process. *European journal of mechanics. B. Fluids*. ISSN : 0997-7546. , vol. 21, n. 2, pp. 265-280.
- P79. HAMMOUMI M., ACHARD J.-L., DAVOUST L. (2002) Measurements of air entrainment by vertical plunging vertical jets. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 32, pp. 624-638.
- P80. DAVOUST L., EL HAMMOUMI M., ACHARD J.-L. (2002) Air entrainment by a plunging jet: the dynamical roughness concept and its estimation by a light absorption technique. *International journal of multiphase flow*. ISSN : 0301-9322. , vol. 28, pp. 1541-1564.
- P81. GAO P., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2002) Scale effects on hydrodynamics and heat transfer in two-dimensional mini and microchannels. *International journal of thermal sciences*. ISSN : 1290-0729. , vol. 41, pp. 1017-1027.
- P82. VEJRAZKA J., MARTY PH., SOBOLIK V. (2002) Heat transfer experiments in a submerged impinging round jet using liquid crystal thermometry. *International Journal of heat and technology*. , vol. 20, n. 1, pp. 45-50.
- P83. OLIVAS P., MARTY PH. (2002) Numerical study of the Coanda effect in a rotary spray paint atomiser. *Atomisation and spray technology*. ISSN : 0266-3481. , vol. 12, pp. 769-784.
- P84. BONTEMPS A., BELGHAZI M. (2002) Enhanced heat transfer in shell-side condensation. *International journal of heat exchangers*. , vol. 3, n. 2, pp. 201-239.
- P85. BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2002) Filmwise condensation of a pure fluid and a binary mixture in a bundle of enhanced surface tubes. *International journal of thermal sciences*. ISSN : 1290-0729. , vol. 41, pp. 631-638.
- P86. THONON B., BONTEMPS A. (2002) Condensation of pure and mixture of hydrocarbons in a compact heat exchanger: experiments and modelling. *Heat transfer engineering*. ISSN : 0145-7632. , vol. 23, n. 6, pp. 3-17.
- P87. BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2002) Condensation heat transfer on enhanced surface tubes : experimental results and predictive theory. *Journal of heat transfer*. ISSN : 0022-1481. , vol. 124, pp. 754-760.
- P88. BUI VAN GA, PHAN QUNAG XUNG, BONTEMPS A. (2002) Calculation of fin profile in condensation tubes. *Journal of science and technology*. ISSN : 0022-4421. , vol. 34/35, pp. 91-96.

- P89. TARDU S. (2002) Characteristics of single and clusters of bursting events in the inner region of a turbulent channel flow, Part 2: level crossing events. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 33, pp. 640-652.
- P90. FLOR J.-B., EAMES I. (2002) The dynamics of monopolar vortices on a topographic beta-plane. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 456, pp. 353-376.
- P91. FLOR J.-B., UNGARISH M., BUSH J.W.M. (2002) Spin-up from rest in a stratified fluid : boundary flows. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 472, pp. 51-82.
- P92. PLUNIAN F., RADLER K.H. (2002) Harmonic and subharmonic solutions of the Roberts dynamo model. Application to the Karlsruhe experiment. *Magnetohydrodynamics*. ISSN : 0891-9801. , vol. 38 (1-2), pp. 92-103.
- P93. STAQUET C., HUERRE G. (2002) On transport across a barotropic shear flow by breaking inertia-gravity waves. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 14, pp. 1993-2006.
- P94. STAQUET C., SOMMERIA J. (2002) Internal gravity waves: from instabilities to turbulence. *Annual review of fluid mechanics*. ISSN : 0066-4189. , vol. 34, pp. 559-593.
- P95. PLUNIAN F., RADLER K.H. (2002) Subharmonic dynamo action in the Roberts flow. *Geophysical and astrophysical fluid dynamics*. ISSN : 0309-1929. , vol. 96 (2), pp. 115-133.
- P96. ROSSI L., THIBAUT J.-P., (2002) Investigation of wall normal electromagnetic actuator for seawater flow control. *Journal of Turbulence*. , vol. 3.
- P97. COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.-L., FORTES-PATELLA R. (2002) Numerical study of the effect of the leading edge shape on cavitation around inducer blade sections. *JSME international journal. Series B : Fluids and thermal engineering*. ISSN : 1340-8054. , vol. 45, n. 3.
- P98. LOHRBERG H., STOFFEL B., FORTES-PATELLA R., COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.-L. (2002) Numerical and experimental investigation on the cavitating flow in a cascade of hydrofoils. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 33/4, pp. 578-586.
- P99. BERCHICHE N., FRANC J.-P., MICHEL J.-M. (2002) A cavitation erosion model for ductile materials. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 124, n. 3, pp. 601-606.
- P100. BERCHICHE N., FRANC J.-P., MICHEL J.-M. (2002) Prédiction du taux d'érosion de cavitation des matériaux ductiles. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 2, pp. 18-23.
- P101. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2002) Simulation of unsteady cavitation with a two-equations turbulence model including compressibility effects. *Journal of Turbulence*. , vol. 3, n. 058.

## 2003

- P102. RUBINO A., BRANDT P. (2003) Warm core eddies studied by laboratory experiments and numerical modeling. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 33, pp. 431-435.
- P103. GALMICHE M., SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., VERRON J. (2003) Using data assimilation in Laboratory experiments of geophysical flows. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série II. Mécanique, physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre*. ISSN : 0764-4450. , vol. 331/12, pp. 843-848.
- P104. CARTELLIER A. (2003) Screening mechanisms and induced agitation in bubbly flows at finite particle Reynolds numbers: experiments and preliminary modeling attempts using an hybrid approach. *ERCOFTAC Bulletin*, March. , n. 56, pp. 27-33.
- P105. VARGA C.M., LASHERAS J.C., HOPFINGER E.J. (2003) Initial breakup of a small-diameter liquid jet by a high-speed gas stream. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 497, pp. 405-434.
- P106. PIETROPINTO S., POULAIN C., BAUDET C., CASTAING B., CHABAUD B., GAGNE Y., GERVAIS P., HEBRAL B., LADAM Y., LEBRUN P., PIROTTE O. (2003) Superconducting instrumentation for high Reynolds turbulence experiments with low temperature gaseous helium. *Physica, C*. ISSN : 0378-4363. , vol. 386, pp. 512-.

- P107. WETIND R., DAVOUST L., CARTELLIER A., BYRNE P. (2003) Experiments and modelling on electrochemically-generated bubbly flows. *Experimental thermal and fluid science*. ISSN : 0894-1777. , vol. 27, pp. 685-696.
- P108. RIVIERE N., CARTELLIER A., LEMAITRE-AUGER P. (2003) A source of error in the velocity measurement of large spherical bubbles using Laser Doppler Anemometry. *Review of scientific instruments*. ISSN : 0034-6748. , vol. 74, n. 11, pp. 4938-4944.
- P109. TIMKIN L., RIVIERE N., CARTELLIER A., KASHINSKY O. (2003) Performances of electrochemical probes for local void fraction measurement in air-water flows. *Review of scientific instruments*. ISSN : 0034-6748. , vol. 74, n. 8, pp. 3784-3786.
- P110. LISMONDE B. (2003) Limestone wall retreat in a ceiling cupola controlled by hydrothermal degassing with wall condensation (Szunyogh model) - Comments to Wolfgang Dreybrodt remark. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*. ISSN : 1814-294x. , vol. 1, n. (2).
- P111. HURTHER D., LEMMIN U. (2003) Turbulent particle and momentum flux statistics in suspension flow. *Water resources research*. ISSN : 0043-1397. , vol. 39, n. 5.
- P112. CAMENEN B., LARROUDE P. (2003) Comparison of sediment transport formulae for a coastal environment. *Coastal engineering*. ISSN : 0378-3839. , vol. 48, pp. 111-132.
- P113. CANDELLA J., TANAHARA S., CREPON M., BARNIER B. (2003) The Yucatan channel flow: observations vs CLIPPER ATL6 and MERCATOR PAM05 models. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C3, pp. 3385-.
- P114. PENDUFF T., BRASSEUR P., TESTUT C.-E., BARNIER B., VERRON J. (2003) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric data in the South Atlantic Ocean: impact on basin-scale properties. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 60, pp. 805-833.
- P115. GRYANIK V., SOKOLOVSKIY M., VERRON J. (2003) Dynamics of baroclinic vortices with zero total intensity (hetons). Some aspects of the vortex dynamics. *Fundamental and applied problems in the theory of vortices*. Borisov A.V., Mamaev I.S., Sokolovskiy (Eds). Moscow-Izhevsk. Institute of Computer Science. , pp. 547-622.
- P116. BRANKART J.M., TESTUT C.E., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Implementation of a multivariate data assimilation scheme for isopycnic coordinate ocean models : application to a 1993-96 hindcast of the North Atlantic ocean circulation.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C3, pp. 19-1-19-20, 3074 doi: 10.1029/2001JC001198.
- P117. BRUSDAL K., BRANKART J.M., HALBERSTAD G., EVENSEN G., BRASSEUR P., VAN LEEUWEN P.J., DOMBROWSKY E., VERRON J. (2003) A demonstration of ensemble-based assimilation methods with a layered OCGM from the perspective of operational ocean forecasting systems.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 253-289.
- P118. DEWITTE B., ILLING S., PARENT L., DU PENHOAT Y., GOURDEAU L., VERRON J. (2003) Tropical Pacific baroclinic mode contribution and associated long waves for the 1994-1999 period from an assimilation experiment with altimetric data.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C4, pp. 18-1-18\_19.
- P119. FAUGERAS B., LEVY M., MEMERY L., VERRON J., BLUM J., CHARPENTIER I. (2003) Can biogeochemical fluxes be recovered from nitrate and chlorophyll data ? A case study assimilating data in the Northwestern Mediterranean sea at the JGOFS-DYFAMED station.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 99-125.
- P120. GARNIER E., VERRON J., BARNIER B. (2003) Variability of the South Atlantic upper ocean circulation : a data assimilation experiment with 5 years of Topex/Poseidon altimeter observations.. *International journal of remote sensing*. ISSN : 0143-1161. , vol. 24, n. 5, pp. 911-934.
- P121. GULEV S., BARNIER B., KNOCHEL H., MOLINES J.M., COTTET M. (2003) Water mass transformation in the North Atlantic and its impact on the meridional circulation : insights from an ocean model forced by NCEP/NCAR reanalysis surface fluxes.. *Journal of climate*. ISSN : 0894-8755. , vol. 16, n. 19, pp. 3085-3110.
- P122. PARENT L., TESTUT C.E., BRANKART J.M., VERRON J., BRASSEUR P., GOURDEAU L. (2003) Comparative assimilation of Topex/Poseidon and ERS altimeter data and of TAO temperature data in the Tropical Pacific ocean during 1994-1998, and the mean sea-surface height issue.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 381-401.

- P123. TESTUT C.E., BRASSEUR P., BRANKART J.M., VERRON J. (2003) Assimilation of sea-surface temperature and altimetric observations during 1992-1993 into an eddy permitting primitive equation model of the North Atlantic ocean.. *Journal of marine systems*. ISSN : 0924-7963. , vol. 40, pp. 291-316.
- P124. DURAND F., GOURDEAU L., VERRON J., DELCROIX T. (2003) Can we improve the representation of modelled ocean mixed-layer by assimilating surface-only satellite-derived data ? A case study for the tropical Pacific during the 1997-98 El Nino.. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 108, n. C6, pp. 10-29.
- P125. DA SILVA C.B., BALARAC G., METAIS O. (2003) Transition in high velocity ratio coaxial jets analysed from direct numerical simulations. *Journal of Turbulence*. , vol. 4, n. 24.
- P126. LESIEUR M., BEGOU P., BRIAND E., DANET A., DELCAYRE F., AIDER J.L. (2003) Coherent-vortex dynamics in large-eddy simulations of turbulence. *Journal of Turbulence*. , vol. 4, n. 016.
- P127. AL RADI M., COGNET G. (2003) Instability and heat transfer at liquid/liquid metal interface submitted or not to the action of a magnetic field. *Magnetohydrodynamics*. ISSN : 0024-998X. , vol. 39, n. 3, pp. 315-320.
- P128. CANOT E., DAVOUST L., EL HAMMOUMI M., LACHKAR D. (2003) Numerical simulation of the buoyancy-driven bouncing of a 2-D bubble at a horizontal wall. *Theoretical and computational fluid dynamics*. ISSN : 0935-4964. , vol. 17, pp. 51-72.
- P129. BLONDIAUX N., DAVOUST L., BERTHIER J., MASSE D., GINOT F. (2003) Adsorption de protéines à une interface eau/air fonctionnalisée. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 4, pp. 67-74.
- P130. PHAM P., ACHARD J.L., MASSE P., BERTHIER J. (2003) Modélisation d'un écoulement Marangoni dans une goutte en équilibre avec sa vapeur. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5, pp. 58-65.
- P131. ALLAMAN S., DESIE G., VADILLO D., SOUCEMARIANADIN A. (2003) Impact and spreading of micro-drops onto solid substrates. *Mecanique et Industries*. , vol. 4, n. 4, pp. 443-455.
- P132. TARDU S. (2003) Caractérisation des écoulements turbulents périodiques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série IIb, Mécanique*. ISSN : 1620-7742. , vol. 331, pp. 767-774.
- P133. MEUNIER D., TARDU S., TSAMADOS D., BOUSSEY J. (2003) Realization and simulation of wall shear stress integrated sensors. *Microelectronics journal*. ISSN : 0959-8324. , vol. 34, pp. 1129-1136.
- P134. BESSAIH R., MARTY PH., KADJA M. (2003) Hydrodynamics and heat transfer in disk driven flows under axial magnetic fields. *International journal of transport phenomena*. , vol. 5, n. 4, pp. 259-278.
- P135. GREGOIRE G., FAVRE-MARINET M., JULIEN SAINT AMAND F. (2003) Modeling of turbulent fluid flow over a rough wall without or with suction. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 125, n. 4, pp. 636-642.
- P136. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2003) Friction factor and heat transfer coefficient of R134a liquid flow in mini-channels. *Applied thermal engineering*. ISSN : 1359-4311. , vol. 22, pp. 1821-1834.
- P137. BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2003) Experimental study and modelling of heat transfer during condensation of pure fluid and binary mixture on a bundle of finned tubes. *International journal of refrigeration*. ISSN : 0140-7007. , vol. 26, n. 2, pp. 214-223.
- P138. SOUIDI N., BONTEMPS A. (2003) Reflux condensation in narrow rectangular channels with perforated fins. *Applied thermal engineering*. ISSN : 1359-4311. , vol. 23, pp. 871-891.
- P139. BAVIERE R., LE PERSON S., AYELA F., FOURNIER T., FAVRE-MARINET M. (2003) Local and global measurements of friction coefficient in microchannels. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5, pp. 29-34.
- P140. MEUNIER D., TSAMADOS D., BOUSSEY J., TARDU S. (2003) Fil chaud dans une microcavité et capteur de pression en technologie MEMS. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 4, pp. 75-82.
- P141. GODEFERD F., STAQUET C. (2003) Statistical modelling and direct numerical simulations of decaying stably stratified turbulence. Part 2. Flow anisotropy. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 486, pp. 115-159.

- P142. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., GAILITIS A. (2003) Influence of electro-magnetic boundary conditions onto the onset of dynamo action in laboratory experiments. *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, fluids, and related interdisciplinary topics*. ISSN : 1063-651X. , vol. 28, n. 0066307.
- P143. THIBAUT J.-P., ROSSI L. (2003) Electromagnetic Flow Control : Characteristic Numbers and Flow Regimes of a Wall-Normal Actuator. *Journal of physics. D. Applied physics*. ISSN : 0022-3727. , vol. 36, pp. 2559-2568.
- P144. LEBLANC S. (2003) Internal wave resonances in strain flows. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 477, pp. 259-283.
- P145. VOISIN B. (2003) Limit states of internal wave beams. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 496, pp. 243-293.
- P146. MARMOTTANT P., VILLERMAUX E. (2003) Atomisation primaire dans les jets coaxiaux. *Combustion*. ISSN : 0010-2172. , vol. 2, pp. 89-125.
- P147. REYNAUD S., FRANC J.P., MAITRE T. (2003) Transferts thermiques convectifs en minicanal : confrontation calculs/mesures. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368. , vol. 5.
- P148. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., STOFFEL B., HOFMANN M. (2003) Experimental and numerical studies of a centrifugal pump in cavitating conditions. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 125, n. 6.
- P149. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. (2003) Evaluation of the turbulence model influence on the numerical simulations of unsteady cavitation.. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 25, n. 1, pp. 38-45.
- P150. MAITRE T., ACHARD J.-L. (2003) Une source d'énergie renouvelable possible : les hydrauliques. *Revue de l'énergie*. ISSN : 0303-240X. , vol. 546, pp. 315-319.

## 2004

- P151. READ P.L., YAMASAKI Y.H., LEWIS S.R., WILLIAMS P.D., MIKI-YAMAZAKI K., SOMMERIA J., DIDELLE H., FINCHAM A. (2004) Jupiter's and Saturn's convectively driven banded jets in the laboratory. *Geophysical research letters*. ISSN : 0094-8276. , vol. 31, L22701, doi:10.1029/2004GL020106.
- P152. ORR A., CRESSWELL D., MARSHALL G.J., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., WANG C.G., LIGHT M. (2004) A "low level" explanation for the recent large warming trend over the western Antarctic Peninsula involving blocked winds and changes in zonal circulation. *Geophysical research letters*. ISSN : 0094-8276. , vol. 31, L06204, doi:10.1029/2003GL019160.
- P153. SOUS D., BONNETON N., SOMMERIA J. (2004) Turbulent vortex dipoles in a shallow water layer. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 16, pp. 2886-2898.
- P154. BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J., LE CANN B., KOUDELLA C.R. (2004) Intermittency of vertical density gradients at finescale and link with mixing processes. *Deep-sea research. Part II. Topical studies in oceanography*. ISSN : 0967-0645. , vol. 51, n. Issues 25-26, pp. 2919-2941.
- P155. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2004) Characterization of phase detection optical probes for the measurement of the dispersed phase parameters in sprays. *International journal of multiphase flow*. ISSN : 0301-9322. , vol. 30, pp. 615-648.
- P156. RASTELLO M., HOPFINGER E.J. (2004) Sediment entraining suspension clouds: a model of powder-snow avalanches. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 509, pp. 181-206.
- P157. GAGNE Y., CASTAING B., BAUDET C., MALECOT Y. (2004) Reynolds dependence of third-order velocity structure functions. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 16, n. 2, pp. 482-.
- P158. POULAIN C., MAZELLIER N., GERVAIS P., GAGNE Y., BAUDET C. (2004) Spectral Vorticity and Lagrangian Velocity Measurements in Turbulent Flows. *Flow, turbulence and combustion*. ISSN : 1386-6184. , vol. 72, pp. 245-271.
- P159. BRUN C., TENCHINE D., HOPFINGER E.J. (2004) Role of the shear layer instability in the near wake behaviour of two side by side circular cylinders. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , vol. 36, n. 1.

- P160. HOPFINGER E.J., KURNIAWAN A., GRAF W.H., LEMMIN U. (2004) Sediment erosion by Görtler vortices: the scour hole problem. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 520, pp. 327-342.
- P161. LISMONDE B. (2004) Le flux géothermique avec circulation d'eau profonde dans les karsts : la surprise des transitoires. *Karstologia*. ISSN : 0751-7688. , vol. 44, n. 2, pp. 51-55.
- P162. MICHALLET H., MORY M. (2004) Modelling of sediment suspensions in oscillating grid turbulence. *Fluid Dynamics Research*. ISSN : 0169-5983. , vol. 35, pp. 87-106.
- P163. BARTHELEMY E. (2004) Nonlinear shallow water theories for coastal waves. *Surveys in geophysics*. ISSN : 0169-3298. , vol. 25, pp. 315-337.
- P164. BEISMANN J.O., BARNIER B. (2004) Variability of the thermohaline circulation of the North Atlantic: Sensitivity to overflows of dense water masses. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341. , vol. 54, pp. 92-106.
- P165. BIROL F., BRANKART J.-M., CASTRUCCIO F., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Impact of the ocean mean dynamic topography on satellite data assimilation. *Marine geodesy*. ISSN : 0149-0419. , vol. 27, pp. 59-78.
- P166. PENDUFF T., BARNIER B., DEWAR W.K., O'BRIEN J.J. (2004) Dynamical response of the oceanic eddy field to the North Atlantic oscillation : a model-data comparison.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 34, n. 12, pp. 2615-2629.
- P167. HALL N., BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variation of Gulf Stream heat transport in a high resolution model forced by reanalysied data.. *Climate dynamics*. ISSN : 0930-7575. , vol. 23, pp. 341-351.
- P168. CHATELAIN A., DUCROS F., METAIS O. (2004) LES of turbulent heat transfer: proper convection numerical schemes for temperature transport. *International journal for numerical methods in fluids*. ISSN : 0271-2091. , vol. 44, n. 9, pp. 1017-1044.
- P169. FELTEN F., FAUTRELLE Y., DU TERRAIL Y., METAIS O. (2004) Numerical modelling of electromagnetically-driven turbulent flows using LES methods. *Applied mathematical modelling*. ISSN : 0307-904X. , vol. 28, pp. 15-27.
- P170. HEBRARD J., METAIS O., SALINAS VASQUEZ M. (2004) Large-eddy simulation of turbulent duct flow: heating and curvature effects. *International journal of heat and fluid flow*. ISSN : 0142-727X. , vol. 25, pp. 569-580.
- P171. KHARICHA A., ALEMANY A., BORNAS D. (2004) Influence of the magnetic field and the conductance ratio on the hydrodynamic of a fluid driven by a rotating disk in a cylindrical enclosure. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 47, pp. 1997-2014.
- P172. OLIVAS P., ALEMANY A., BARK F.H. (2004) Electromagnetic control of electroplating of a cylinder in forced convection. *Journal of applied electrochemistry*. ISSN : 0021-891X. , vol. 34, pp. 19-30.
- P173. FOUILLET Y., ACHARD J.L. (2004) Microfluidique discrète et biotechnologie. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069. , pp. 577-588.
- P174. TARDU S. (2004) Analysis of the electric double layer effect on the microchannel flow stability. *Microscale thermophysical engineering*. ISSN : 1089-3954. , vol. 8, pp. 383-401.
- P175. TARDU S. (2004) Interfacial electrokinetic effect on microchannel flow stability. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 126, pp. 10-14.
- P176. TARDU S. (2004) The electric double layer effect on the microchannel flow stability and heat transfer. *Superlattices and microstructures*. ISSN : 0749-6036. , vol. 35, pp. 513-529.
- P177. DESIE G., DEROOVER G., DE VOEGHT F., SOUCEMARIANADIN A. (2004) Printing of dye and pigment based aqueous inks onto porous substrates. *Journal of imaging science and technology*. ISSN : 1062-3701. , vol. 48, n. 5, pp. 389-397.
- P178. TARDU S., VEZIN P. (2004) Response of the streaks, the active and passive eddies in an unsteady channel flow. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 25, n. 6, pp. 925-932.
- P179. FAVRE-MARINET M., LE PERSON S., BEJAN A. (2004) Maximum heat transfer rate density in two-dimensional minichannels and microchannels. *Microscale thermophysical engineering*. ISSN : 1089-3954. , vol. 8, n. 3, pp. 225-237.

- P180. ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M. (2004) Diffusion of jets with annular counterflow and small diameter ratio. *AIAA journal*. ISSN : 0001-1452. , vol. 42, n. 11, pp. 2385-2387.
- P181. JULIEN SAINT AMAND F., WOJCIECHOWSKI G., ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M. RAHOUADJ R., SKALI-LAMI S. (2004) Screening : fundamental studies on the extrusion of stickies through slots. *Revue - ATIP*. ISSN : 0750-7666. , vol. 58, n. 1, pp. 2-13.
- P182. GAMRAT G., FAVRE-MARINET M., ASENDRYCH D. (2004) Conduction and entrance effects on laminar liquid flow and heat transfer in rectangular microchannels. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310.
- P183. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2004) Liquid flow friction factor and heat transfer coefficient in small channels : an experimental investigation. *Experimental thermal and fluid science*. ISSN : 0894-1777. , vol. 28, pp. 97-103.
- P184. FLOR J.-B. , BUSH J.W.M. , UNGARISH M. (2004) An experimental study on the spin-up of a stratified fluid.. *Geophysical and astrophysical fluid dynamics*. ISSN : 0309-1929. , vol. 98, pp. 277-296.
- P185. EAMES I., FLOR J.-B., LANDEYROU M. (2004) Inviscid coupling between point symmetric bodies and singular distributions of vorticity. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P186. ERMANYUK E.V., FLOR J.-B. (2004) Taylor-Couette flow in a two-layer stratified fluid : instabilities and mixing. *Dynamics of atmospheres and oceans, Special Issue on: .* ISSN : 0377-0265. , pp. 57-69.
- P187. MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2004) On the spin-up by a rotating disk in a rotating stratified fluid. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 516, pp. 155-180.
- P188. EDWARDS N.R., STAQUET C. (2004) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1, pp. 91-113.
- P189. ROSSI L., THIBAUT J-P. (2004) Electromagnetic forcing in turbulence and flow control: Experimental characterization of centrifugally forced flow by means of a dye jet probe. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864.
- P190. STAQUET C. (2004) Gravity and inertia-gravity internal waves : breaking processes and induced mixing. *Surveys in geophysics, Kluwer Academic Publishers*. ISSN : 0169-3298. , vol. 25, n. 3-4, pp. 281-314.
- P191. PELLONE C., FRANC J.P., PERRIN M. (2004) Modelling of unsteady 2D cavity flows using the Logvinovich independence principle. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069. , vol. 332, pp. 827-833.
- P192. COLLIN E., BARRE S., BONNET J.P. (2004) Experimental study of a supersonic jet-mixing layer interaction. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 16, n. 3, pp. 765-778.
- P193. MAURI S., KUENY J.L., AVELLAN F. (2004) Werle-legendre separation in a hydraulic machine draft tube. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 26, n. 6, pp. 976-980.
- P194. FRANC J.P., REBATTET C., COULON A. (2004) An experimental investigation of thermal effects in a cavitating inducer. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202. , vol. 126, pp. 716-723.
- P195. COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.L., DELANNOY Y. (2004) Numerical simulation of the unsteady behaviour of cavitating flows. *International Journal Num. Methods in Fluids*. , vol. 42, n. 5, pp. 527-548.
- P196. COUTIER-DELGOSHA O., COURTOT Y., JOUSSELIN F., REBOUD J.L. (2004) Numerical simulation of the unstead cavitation behavior of an inducer blade cascade.. *AIAA journal*. ISSN : 0001-1452. , vol. 42, n. 3, pp. 560-569.

## 2005

- P197. PRAUD O., SOMMERIA J., FINCHAM A. (2005) Decaying grid turbulence in a strongly stratified fluid. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 522, pp. 1-33.

- P198. SOUS D., BONNETON N., SOMMERIA J. (2005) Transition from deep to shallow water layer: formation of vortex dipoles. *European journal of mechanics. B. Fluids*. ISSN : 0997-7546. , vol. 24, pp. 19-32.
- P199. BAUMBACH V., HOPFINGER A., CARTELLIER A. (2005) The transient behaviour of a large bubble in a vertical tube. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120. , vol. 524, pp. 131-142.
- P200. ETIENNE J., SARAMITO P., HOPFINGER E.J. (2005) Numerical simulation of dense clouds on steep slopes : application to powder-snow avalanches. *Annals of glaciology*. ISSN : 0260-3055. , vol. 38.
- P201. ETIENNE J., HOPFINGER E.J., SARAMITO P. (2004) Numerical simulations of high density ratio lock-exchange flows. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 17 (3).
- P202. CANOT E., CARTELLIER A., HERVIEU E. (2005) Axisymmetric body emerging through a free surface. *Multiphase Science and Technology*. , vol. 16, n. 1-3, pp. 129-133.
- P203. GRATIOT N., MICHALLET H., MORY M. (2005) On the determination of the settling flux of cohesive sediments in a turbulent fluid. *Journal of geophysical research*. ISSN : 0148-0227. , vol. 110.C06004.doi:10.1029/2004JC002732.
- P204. FORAY P., BONJEAN D., MICHALLET H., MORY M. (2005) Fluid-soil-structure interaction in liquefaction around a moving cylinder. *ASCE Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. ISSN : 0733-950X.
- P205. BIROL F., BRANKART J.M., LEMOINE J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Assimilation of satellite altimetry referenced to the new GRACE geoid estimate.. *Geophysical research letters*. ISSN : 0094-8276. , vol. 32, n. 6, L06601,doi : 10.1029/2004GL02329.
- P206. DEBREU L., BLAYO E., BARNIER B. (2005) A general multi-resolution approach to ocean modelling : experiments in a primitive equation model of the North Atlantic.. *Adaptive Mesh Refinement - Theory and Applications Computer Science*. , vol. 41.
- P207. TREGUIER A.M., THEETTEN S., CHASSIGNET E., PENDUFF T., SMITH R., TALLEY L. (2005) The North Atlantic subpolar gyre in four high resolution models.. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670. , vol. 35, n. 5, pp. 757-774.
- P208. WIRTH A. (2005) A non-hydrostatic flat-bottom ocean model entirely entirely based on Fourier Expansion. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003. , n. 9, pp. 71-87.
- P209. BALARAC G., SI-AMEUR M. (2005) Mixing and coherent vortices in turbulent coaxial jets (Mélange et tourbillons cohérents dans des jets coaxiaux turbulents). *Compte rendu de l'Académie des Sciences*.
- P210. MUNCH C., METAIS O. (2005) Simulation des grandes échelles d'écoulements turbulents compressibles dans des conduits courbes: étude des transferts thermiques. *Mécanique et Industrie*. , vol. 6, pp. 275-278.
- P211. KHARICHA A., ALEMANY A., BORNAS D. (2005) Hydrodynamic study of a rotating MHD flow in a cylindrical cavity by ultrasound Doppler shift method. *International journal of engineering science*. ISSN : 0020-7225. , vol. 43, n. 7, pp. 589-615.
- P212. AL RADI M., HASSAN A., COGNET G. (2005) Influence d'une polarisation électrique sur l'instabilité d'une interface liquide/liquide.. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Astronomie*. ISSN : 1251-8069. , vol. 33, pp. 580-584.
- P213. DRAZEK L., LEGRAND J.F., DAVOUST L. (2005) A first attempt to enhance the 2-D single crystal growth of a protein at an air/water interface from hydrodynamics. *Journal of crystal growth*. ISSN : 0022-0248. , n. 275, pp. 1467-1472.
- P214. ACHARD J.-L., GEORGESCU C. (2005) Quasi-steady formation of bubbles and drops viewed as processes that break bifurcation. *Journal of engineering mathematics*. ISSN : 0022-0833. , vol. 52, pp. 147-164.
- P215. GEORGESCU C., CANOT E., ACHARD J.L. (2005) Local vortex formation in bursting air bubble collapsing process. *Transactions on Mechanics, Scientific bulletin of the Politehnica University of Timisoara*. ISSN : 1224-6077. , n. 50, pp. 177-184.
- P216. TARDU S., DA COSTA P. (2005) Experiments and modeling of an unsteady turbulent channel flow in the relaxation regime. *AIAA journal*. ISSN : 0001-1452. , vol. 43, n. 1, pp. 140-149.



- P217. NIKLAS M., FAVRE-MARINET M. (2005) An experimental study and numerical modeling of the flow in a network of microchannels. *Heat transfer engineering*. ISSN : 0145-7632. , pp. 15-23.
- P218. TARDU S., VEZIN P. (2005) On the Taylor hypothesis in steady and unsteady wall flows. *Experiments in fluids*. ISSN : 0723-4864. , 14 p.
- P219. TARDU S., PHAM P. (2005) Response of wall hot-film gages with longitudinal diffusion and conduction to the substrate.. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 127, pp. 812-819.
- P220. AGOSTINI B., BONTEMPS A. (2005) Vertical flow boiling of refrigerant R134a in small channels. *International journal of heat and fluid flow*. ISSN : 0142-727X. , vol. 26, pp. 296-306.
- P221. MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2005) The effect of wave-breaking on the dynamics and mixing properties of a tall vortex. *Dynamics of atmospheres and oceans*. Special issue on: Topics in rotating and stratified fluids. eds. Flor J.B. & Boyer D.. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1 - 2, pp. 115-130.
- P222. PLUNIAN F. (2005) An optimal scale-separation for a dynamo experiment. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol. 17, pp. 048-106.
- P223. BRULFERT G., CHEMEL C., CHAXEL E., CHOLLET J.-P. (2005) Modelling photochemistry in alpine valleys. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*. , vol. 5, n. 2, pp. 1115-2501.
- P224. CHAXEL E., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHEMEL C. (2005) Production of ozone in the Chamonix Valley (France).. *International journal of environment and pollution*. ISSN : 0957-4352. , vol. 24, n. 1, 2, 3, 4, pp. 201-217.
- P225. FLOR J.B., BOYER D. (2005) Special issue on rotating and stratified fluids.. *Dynamics of atmospheres and oceans*. ISSN : 0377-0265. , vol. 40, n. 1 - 2 , pp. 1-130.
- P226. REYNAUD S., DEBRAY F., FRANCOIS J.-P., MAITRE T. (2005) Hydrodynamics and heat transfer in minichannels. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310. , vol. 48, pp. 3197-3211.
- P227. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., HAKIMI N., HIRSCH C. (2005) Stability of preconditioned Navier-Stokes equations associated with a cavitation model.. *Computers & fluids*. ISSN : 0045-7930. , vol. 34, n. 3, pp. 319-349.
- P228. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. STUTZ B. (2005) Test case n° 30 : Unsteady cavitation in a Venturi type section (recueil de cas tests réunis par le CEA). *Multiphase Science and Technology*. , vol. 16.
- P229. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., HAKIMI N., HIRSCH C. (2005) Numerical simulation of cavitating flow in 2D and 3D inducer geometries.. *International journal for numerical methods in fluids*. ISSN : 0271-2091. , vol. 48, n. 2, pp. 135-167.
- P230. POTERAT A., SOMMERIA J., MOREAU R. (2005) Numerical simulation of an effective 2D model for flows with transverse magnetic field. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120, vol. 534, 115-143.
- P231. FERRERO E., LONGHETTO A., MONTABONE L., MORTARINI L., MANFRIN M., SOMMERIA J., DIDELLE H., GIRAUD C., RIZZA U. (2005) Physical simulations of neutral boundary layer in rotating tank. *Il Nuovo cimento*. C. ISSN : 0390-5551, vol 28, 1-17.
- P232. ORR A., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., CAPON D.J., CRESSWELL D., OWINOH A. (2005) Coriolis effects on wind jets and cloudiness along coasts. *Weather*. ISSN : 0043-1656, vol 60, 291-299.
- P233. PRAUD O., FINCHAM A. (2005) The structure and dynamics of stratified dipolar vortices. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120, vol. 544, 1-22.
- P234. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J., GALMICHE M. (2005) Baroclinic instability of two-layer vortices in laboratory experiments. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120, vol. 544, 69-97.

► PUBLICATIONS A PARAÎTRE

- P235. PENDUFF T., BARNIER B., DEWAR W.K., O'BRIEN J.J. (2004) Dynamical response of the oceanic eddy field to the North Atlantic Oscillations: a model-data comparison. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.
- P236. TREGUIER A.M., THEETEN S., CHASSIGNET E., PENDUFF T., SMITH S., TALLEY L. (2004) The North Atlantic subpolar gyre in four high resolution models. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.
- P237. HALL N., BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variation of Gulf Stream heat transport in a high resolution model forced by reanalyzed atmospheric data. *Climate dynamics*. ISSN : 0930-7575.
- P238. BARNIER B., PENDUFF T., KNOCHEL H., MOLINES J.M., BECKMANN A., BEISMANN J.O. (2004) Circulation characteristics of a coarse resolution sigma-coordinate model simulation of the North Atlantic ocean.. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.
- P239. GRYANIK V.M., SOKOLOVSKIY M.A., VERRON J. (2004) Dynamics of two-layer vortices hetons. Some aspects of vortex dynamics.. M.A.Sokolovskiy (ed).
- P240. TREGUIER A.M., BOEBEL O., BARNIER B., MADEC G. (2004) Agulhas eddy fluxes in a 1/6° model.. *Deep-sea research. Part I. Oceanographic research papers*. ISSN : 0967-0637.
- P241. DELOFFRE P., TERLAIN A., ALEMANY A., KHARICHA A. (2004) Corrosion study of an austenitic steel in pb17-Li under magnetic field and rotating flow. *Journal of fusion energy*. ISSN : 0164-0313.
- P242. TOMASINO T., MARTY PH. (2004) Three-dimensional stability of a rotating MHD flow. *Acta mechanica*. ISSN : 0001-5970.
- P243. BAVIERE R., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2004) Experimentally determined transition to turbulence for water flows in smooth and rough rectangular microchannels. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie*. ISSN : 1251-8069.
- P244. MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2004) Wave-vortex interaction in a rotating stratified fluid: WKB simulations. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.

- P245. PRAUD O., SOMMERIA J. (2005) Decaying grid turbulence in a rotating stratified fluid. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P246. JOHNSON E.R., ESLER J.G., RUMP O.J., SOMMERIA J., VILENSKI G.G. (2005) Orographically generated nonlinear waves in rotating and nonrotating two-layer flow. *Proceedings of the Royal Society, A*.
- P247. BOYER D.L., SOMMERIA J., MITROVIC A.S., SMIRNOV S., HAIDVOGUEL D.B., ETLING D. (2005) The effects of boundary turbulence on canyon flows forced by periodic, along-shelf currents. *Journal of physical oceanography*. ISSN : 0022-3670.
- P248. FERRERO E., LONGHETTO A., MORTARINI L., MONTABONE L., MANFRIN M., GIRAUD C. (2005) Physical simulations of neutral boundary layer in rotating tank.. *Il Nuovo cimento. C*. ISSN : 0390-5551.
- P249. LISMONDE B. (2005) La sécheresse 2003 et les mesures de température au Trou que Souffle de Méandre : rôle du flux géothermique. *Karstologia*. ISSN : 0751-7688.
- P250. MORY M., MICHALLET H., BONJEAN D., PIEDRA-CUEVA I., BARNOUD J.-M., FORAY P., ABADIE S., BREUL P. (2005) A field study of momentary liquefaction caused by waves around a coastal structure. *ASCE Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*. ISSN : 0733-950X.
- P251. CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2005) A 4th order compact finite volume scheme for fully nonlinear and weakly dispersive Boussinesq-type equations. Part

I : Model development and analysis. International journal for numerical methods in fluids. ISSN : 0271-2091.

- P252. FORAY P., BONJEAN D., MICHALLET H. (2005) Influence of sand liquefaction on the self-burial of a pipe submitted to wave action. International journal of offshore and polar engineering. ISSN : 1053-5381.
- P253. CAMASSA R., CHOI W., MICHALLET H., RUSAS P-O., SVEEN J.K. (2005) On the realm of validity of strongly nonlinear asymptotic approximations for internal waves. Journal of Fluids Mechanics. ISSN : 0022-1120.
- P254. FALQUES A., DODD N., GARNIER R., RIBAS F., MACHARDY L.C., SANCHO F., LARROUDE PH. (2005) Rhythmic surf zone bars and morphodynamic self-organization. Elsevier Science.
- P255. CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2005) Résolution numérique en volumes finis d'un système d'équations de Serre étendu. Revue française de génie civil. ISSN : 1279-5119.
- P256. BERLINE L., TESTUT C.E., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Regional variations of the Gulf Stream position : Re-analysis of a 7-year assimilation experiment. International journal of remote sensing. ISSN : 0143-1161.
- P257. MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2005) Data assimilation in a marine ecosystem coupled to a mixed layer model of the upper ocean.. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, astronomie. ISSN : 1251-8069.
- P258. ROBERT C., DURBIANO S., BLAYO E., VERRON J., BLUM J., LE DIMET F.X. (2005) A reduced-order strategy for 4D-Var data assimilation. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963.
- P259. GALMICHE M., SOMMERIA J., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Using data assimilation in laboratory experiments of geophysical flows.. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963.
- P260. VINCENT P., CAUBET E., PHALIPPOU L., REY L., STEUNOU N., THOUVENOT E., VERRON J. (2005) AltiKa : a Ka-band altimetry payload and system for operational altimetry during the GMES period. Sensors. ISSN : 0746-9462.
- P261. COSME E., VERRON J., CASTRUCCIO F., OURMIERES Y., ROBERT C., BLAYO E., BRANKART J.M., BRASSEUR P. (2005) Recent advances in ocean data assimilation with the SEEK filter. Quarterly journal of the Royal Meteorological Society. ISSN : 0035-9009.
- P262. ROBERT C., BLAYO E., VERRON J. (2005) Comparison of reduced-order sequential, variational and hybrid data assimilation methods in the context of a tropical Pacific ocean model. Ocean Dynamics. ISSN : 1616-7341.
- P263. PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M., MADEC G. (2005) On the use of current meter data to assess the realism of ocean model simulations. Ocean modelling. ISSN : 1463-5003.
- P264. WIRTH A., BARNIER B. (2005) Tilted convective plumes in numerical experiments. Ocean modelling. ISSN : 1463-5003.
- P265. CHANUT J., BARNIER B., LARGE W. (2005) Open ocean deep convection : Parameterization of baroclinic eddy fluxes.. Journal of physical oceanography. ISSN : 0022-3670.
- P266. BERANGER K., BARNIER B., GULEV S., CREPON M. (2005) Comparing twenty years of precipitation estimates from different sources over the world ocean. Ocean Dynamics. ISSN : 1616-7341.
- P267. FERRY N., REMY E., BRASSEUR P., MAES CH. (2005) The MERCATOR global ocean operational analysis/forecast system : assessment and validation of a 11-year reanalysis.. Journal of marine systems. ISSN : 0924-7963.
- P268. PARENT L., BRANKART J.M., SMEDSTAD O.M., WALLCRAFT A., TOWNSEND T., HULBURT H., JACOBS G., CHASSIGNET E., BRASSEUR P. (2005) A hindcast experiment with the 1/12° north Atlantic HYCOM model : an upgrade of the current assimilation system. Ocean Dynamics. ISSN : 1616-7341.
- P269. OURMIERES Y., BRANKART J.M., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) A SEEK filter with incremental analysis updating scheme. Journal of atmospheric and oceanic technology. ISSN : 0739-0572.

- P270. ROZIER D., BRANKART J.M., BLAYO E., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Ocean data assimilation with the SEEK filter : a review. *SIAM review*. ISSN : 0036-1445.
- P271. COSME E., CASTRUCCIO F., OURMIERES Y., ROBERT C., VERRON J., BRASSEUR P. (2005) Recent advances in ocean data assimilation with the SEEK filter. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009.
- P272. BRASSEUR P., BIROL F., FERRY N., REMY E., TESTUT C.E., TRANCHANT B., BRANKART J.M., VERRON J., BERTINO L., VAN LEUWEN P.J., SCHROTER J. (2005) Ocean data assimilation in the MERCATOR/MERSEA operational systems.. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*. ISSN : 0035-9009.
- P273. BERANGER K., MADEC G., PENDUFF T., MOLINES J.M., TREGUIER A.M., BECKMANN A., BIASTOCH A., BONING C., DENG J., GULEV S., LE SOMMER J., REMY E., TALANDIER C., THEETEN S., MALTRUD M. , MCCLEAN J. (2005) Recent progress in modelling the global ocean circulation at eddy permitting resolution. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.
- P274. TREGUIER A.M., GOURCUFF C., LHERMINIER P., MERCIER H., BARNIER B., MADEC G., MOLINES J.M., PENDUFF T., CZESCHEL L., BONING C. (2005) Internal and forced variability along a section between Greenland and Portugal in the Clipper Atlantic Model. *Ocean Dynamics*. ISSN : 1616-7341.
- P275. HEBRARD J., SALINAS VAZQUEZ M., METAIS O. (2005) The spatial development of the turbulent flow within a heated duct. *Journal of Turbulence*.
- P276. MUNCH C., METAIS O. (2005) Turbulence in cooling channels of rocket engines: Large Eddy Simulations. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. ISSN : 0249-6291.
- P277. BALARAC G., METAIS O. (2005) The near field of coaxial jets : a numerical study. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631.
- P278. MAIDI M., LESIEUR M. (2005) large-eddy simulations of spatially-growing subsonic and supersonic turbulent round jets. *Journal of Turbulence*.
- P279. MAIDI M., LESIEUR M., METAIS O. (2005) Vortex control in large-eddy simulations of compressible round jets. *Journal of Turbulence*.
- P280. AL RADI M., HASSAN A., COGNET G. (2005) Interfacial waves of Kelvin-Helmholtz instability in a circular rig.. *Journal of applied mechanics*. ISSN : 0021-8936.
- P281. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) On a new by-pass transition mechanism in wall bounded flows. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631.
- P282. TARDU S. (2005) Effect of the double electric layer on the by-pass transition mechanism in microchannel flows. *Microfluidics and Nanofluidics*. ISSN : 1613-4982 .
- P283. DAVOUST L., PICARD C., LACHKAR D. (2005) Ageing of a gas/liquid interface elongated by standing waves. *Colloids and surfaces. A. Physicochemical and engineering aspects*. ISSN : 0927-7757.
- P284. PICARD C., DAVOUST L. (2005) Optical investigation of a wavy ageing interface. *Colloids and surfaces. A. Physicochemical and engineering aspects*. ISSN : 0927-7757.
- P285. ROUX J.M., FOUILLET Y., ACHARD J.L. (2005) Déplacement 3D d'une microgoutte par des forces électrostatiques pour des laboratoires sur puces. *La Houille blanche*. ISSN : 0018-6368.
- P286. BENSELAMA A., ACHARD J.L., PHAM P. (2005) Numerical simulation of uncharged droplets in a uniform electrical field. *Journal of electrostatics*. ISSN : 0304-3886.
- P287. BAVIERE R., AYELA F., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2005) Experimental characterization of water flow through smooth and rough rectangular microchannels. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631. , vol.
- P288. TARDU S., DOCHE O. (2005) Effect of temporal waveform of localized unsteady blowing on turbulent drag control. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P289. TARDU S. (2005) Spectral characteristics of turbulence in an unsteady channel flow. *International journal of applied electromagnetics and mechanics*. ISSN : 1383-5416.
- P290. REBOUSSIN Y., FOURMIGUE J.F., MARTY PH., CITTI O. (2005) A numerical approach for the study of glass furnace regenerators. *Applied thermal engineering*. ISSN : 1359-4311.

- P291. TARDU S. (2005) Response of wall hot-film gages with longitudinal diffusion and conduction to the substrate and with reverse flow. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310.
- P292. TARDU S., DOCHE O. (2005) On wall turbulence control by local forcing. *Journal of Turbulence*.
- P293. TARDU S. (2005) Near wall regularity. *Annales de l'Université Blaise Pascal*.
- P294. BAVIERE R., GAMRAT G., FAVRE-MARINET M., LE PERSON S. (2005) Modeling of laminar flows in rough-wall microchannels.. *Journal of fluids engineering*. ISSN : 0098-2202.
- P295. BRUCH A., BONTEMPS A., COLASSON S., FOURMIGUE J.F. (2005) Numerical investigation of laminar convective heat transfer of carbon dioxide flowing in vertical mini-tubes in cooling conditions. *International journal of heat and mass transfer*. ISSN : 0017-9310.
- P296. AGOSTINI B., BONTEMPS A. (2005) Effect of channel size on flow boiling in mini-channels. *International journal of heat and fluid flow*. ISSN : 0142-727X.
- P297. AHMAD M., BONTEMPS A., SALLEE H., QUENARD D. (2005) Experimental investigation and computer simulation of thermal behaviour of wallboards containing a Phase Change Materiel (PCM). *Energy and buildings*. ISSN : 0378-7788.
- P298. AGOSTINI B., BONTEMPS A., THONON B. (2005) Effects of geometrical and thermophysical parameters on heat transfer measurements in small diameter channels. *Heat transfer engineering*. ISSN : 0145-7632.
- P299. VEJRAZKA J., TIHON J., SOBOLIK V., MARTY PH. (2005) Effect of an external excitation on the flow structures in a circular impinging jet. *Physics of fluids*. ISSN : 1070-6631.
- P300. VEJRAZKA J., MARTY PH. (2005) An alternative technique for interpretation of the temperature measurements using thermochromic liquid crystals. *Heat transfer engineering*. ISSN : 0145-7632.
- P301. VOISIN B. (2005) Lee waves from a sphere in a stratified flow. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P302. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2005) Mean electromotive force for a ring of helical vortices. Part 1: z-independent case. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P303. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2005) Mean electromotive force for a ring of helical vortices. Part 2: z-dependent case. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P304. BRULFERT G., CHOLLET J.-P., JOUVE B., VILLARD H. (2005) Atmospheric emission inventory of Maurienne valley for atmospheric numerical model. *Science of the Total Environment*.
- P305. CHEMEL C., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHAXEL E. (2005) Observations of the daytime atmospheric boundary layer in deep alpine valleys. *Boundary - layer meteorology*. ISSN : 0006-8314.
- P306. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F. (2005) Influence of inner and outer walls electromagnetic properties on the onset of a stationary dynamo. *European physical journal.B*.
- P307. MOULIN F., FLOR J.B. (2005) Wave-vortex interaction in a rotating stratified fluid : experiments and simulations. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P308. EAMES I., FLOR J.B. (2005) The effect of a distributed drag force on the spreading of jets and plumes. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P309. LEPROVOST N., DUBRULLE B., PLUNIAN F. (2005) Instability in presence of noise : the example of homopolar dynamo. *Physica. D*. ISSN : 0167-2789.
- P310. KOUDELLA C., STAQUET C. (2005) Instability mechanisms of a two-dimensional progressive internal gravity wave. *Journal of fluid mechanics*. ISSN : 0022-1120.
- P311. GERKEMA T., STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P. (2005) Nonlinear effects in internal tide beams and mixing. *Ocean modelling*. ISSN : 1463-5003.
- P312. STAQUET C. (2005) Focusing and breaking of internal gravity waves through interaction with a background shear flow (Proceedings of the Ringberg Workshop on Interdisciplinary Aspects of Turbulence). *MPA Series*.

- P313. MAITRE TH., ACHARD J.L., GUITTET L., PLOESTEANU C. (2005) Marine turbine development : numerical and experimental investigations. Transactions on Mechanics, Scientific bulletin of the Politehnica University of Timisoara. ISSN : 1224-6077.
- P314. COUTIER-DELGOSHA O., MOREL P., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2005) Numerical simulation of turbopump inducer cavitating behavior. International journal of rotating machinery.
- P315. FORTES-PATELLA R., COUTIER-DELGOSHA O., PERRIN J., REBOUD J.-L. (2005) A numerical model to predict unsteady cavitating flow behaviour in inducer blade cascades. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.
- P316. ZOPPE B., PELLONE CH., MAITRE TH., LEROY P. (2005) Flow analysis inside a Pelton turbine bucket. Journal of turbomachinery. ISSN : 0889-504X.
- P317. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., LAMBERT P.A. (2005) Numerical analysis of cavitation instabilities in inducer blade cascade. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.
- P318. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. LAMBERT P.A. (2005) Numerical simulation of 3D cavitating : analysis of cavitation head drop in turbomachinery. Journal of fluids engineering. ISSN : 0098-2202.
- P319. CHEVILLARD L., MAZELLIER N., POULAIN C.; GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Statistics of Fourier Modes of Velocity and Vorticity in Turbulent Flows: Intermittency and Long-Range Correlations. Physical Review Letters (accepté)
- P320. POULAIN C., MAZELLIER N., GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Time dynamic of Fourier modes in turbulence: Sweeping effect, long-time correlations and temporal intermittency. Physical Review Letters
- P321. GERVAIS P., GAGNE Y., BAUDET C. (2005) Acoustic Lagrangian velocity measurement in a turbulent air jet. Experiments in Fluids (soumis)
- P322. BORDAS M.L.; CARTELLIER A.; SECHET P. (2005) Bubbly flow through fixed beds contactors. Part I : One dimensionnal two-fluid model and its closures. AIChE J. (soumis)
- P323. HAGHIGHI KHOSHKHOO R., McCLUSKEY F. (2005) Air-side fouling of compact heat exchangers. Heat Transfer Engineering (accepté)

## 3.4 COMMUNICATIONS AVEC ACTES

### ► COMMUNICATIONS

#### 2001

- C1. RUBINO A., BRANDT P., MORSDORF F., SOMMERIA J., DIDELLE H. (2001) Surface frontal eddies studied by laboratory experiments. General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 -30 . Nice, France.
- C2. CHAVANIS P.H., SOMMERIA J. (2001) Influence of Accretion disk vortices on planet formation. General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 - 30. Nice, France.
- C3. THOMAS P., ZOUESHTIAGH F., FLEXAS M., SOMMERIA J. (2001) Experiments on gravity-driven surface currents simulating fresh-water river discharges into the ocean. Third International Symposium on Environmental Hydraulics. December 5 - 8. Phoenix, USA.
- C4. BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J. (2001) J. Intermittency in stratified turbulence produced by breaking internal gravity waves. Wave Phenomena III. June 11 - 15. Edmunton, Canada.

- C5. FINCHAM A., MAXWORTHY T., CHENG H.K. (2001) An experimental study of sonic boom penetration under a wavy air-water interface. Bull. Am. Phys. Soc. USC AME Report. November 9. Los Angeles, USA.
- C6. GALMICHE M., THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J., VERRON J. (2001) Ocean forecast : an experiment at the laboratory scale. Moscou, Russie.
- C7. SRDIC-MITROVIC A.N., BOYER L., SMITH D., LAVELLE J.W., ETLING D., SOMMERIA J. (2001) Impact of the boundary turbulence on a large scale coastal flows. International symposium on environmental hydraulic. December 5 - 8. Tempe, Arizona, USA.
- C8. SOMMERIA J., CHAVANIS P.H. (2001) Statistical Mechanics of the shallow water system. General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 -30. Nice, France.
- C9. SRDIC-MITROVIC A.N., BOYER D.L., ETLING D., SOMMERIA J. (2001) Laboratory observations of flows near submarine canyons. Third International Symposium on Environmental Hydraulics. December 5 - 8. Phoenix, USA.
- C10. GALMICHE M., SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., VERRON J. (2001) Data assimilation applied to laboratory experiments in a rotating stratified fluid. Moscow International Conference on Fluxes and Structures in Fluids. June.
- C11. BAUDET C. (2001) A Cryogenic high Reynolds Number Turbulence Experiment at CERN, conference. ICMC 2001 . July. Madison, USA.
- C12. BORDAS M.L., SECHET P., CARTELLIER A., BOYER C. (2001) Experimental investigation of the bubble size in two-phase flows through fixed beds contactors. 3rd European Congress on Chemical Engineering. June 26 - 28. Nurnberg, Germany.
- C13. CANOT E., GEORGESCU S.C., ACHARD J.L. (2001) Bursting air bubble at a free surface : reggridding influence on the interface evolution. Workshop on Numerical Simulation for Fluid Mechanics and Magnetic liquids. (Anton, Ancusa, Resiga Eds). May. Timisoara, Roumanie. , pp. 121-132.
- C14. CRISPEL S., CARTELLIER A., SIMONIN O. (2001) Microstructure and pseudo-turbulence in uniform bubbly flows: comparison of experiments and direct numerical simulations. 4th Int. Conf. on Multiphase Flow. May 27 - June 1. New Orleans, USA.
- C15. WEDIN R., DAVOUST L., CARTELLIER A., BYRNE P. (2001) Experiments and modeling on electrochemically-generated bubbly flows. 4th Int. Conf. on Muliphase Flow. May 27 - June 1. New Orleans, USA.
- C16. ALISEDA A., CARTELLIER A., LASHERAS J. (2001) On the behaviour of light and heavy particles in homogenous isotropic turbulence (Paper JA 6). 54rd annual Meeting of the division of fluid dynamics. November 18 - 20. San Diego, USA. , vol. 46, n. 10.
- C17. BETEAU J.F., GUILLET A., DELPECH F., MONDJIAN P., SECHET PH., CARTELLIER A. (2001) Lit fluidisé anaérobie pour la dégradation de matière organique en solution. Journée Scientifique du CODEGEPR. February 1. St Etienne, France.
- C18. BORDAS M.L., SECHET PH., CARTELLIER A., BOYER CH. (2001) Experimental investigation of the bubble size in two-phase flows through fixed beds contactors. 3r European congress on chemical engineering. June 26 - 28. Nuremberg, Germany.
- C19. CARTELLIER A., ALISEDA A., HAINAUX F., LASHERAS J. (2001) Clustering and setting velocity of microdroplets in a grid turbulence.. Symposium EUROMECH 421. September 10 - 12. Grenoble, France.
- C20. CARTELLIER A. (2001) Ecoulements dispersés lents : stabilité, structure et mélange. Journée Scientifique du CODEGEPR. February 1. St Etienne, France.
- C21. CARTELLIER A. (2001) Screening and induced-agitation in dilute uniform bubbly flows at small and moderate particle Reynolds numbers : some experimental results. Proc. Symposium EUROMECH 421. September 10 - 12. Grenoble, France.
- C22. CRISPEL S., CARTELLIER A. (2001) An attempt to simulate screening effects at moderate particle Reynolds numbers using an hybrid formulation. Proc. Symposium EUROMECH 421. September 10 - 12. Grenoble, France.
- C23. GAUDIN E., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2001) Liquid reorientation : geyser formation and gas entrainment (Abstrait). 1st COMPERE Day. October 17. Grenoble, France.
- C24. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2001) Breakyp mechanisms in coaxial atomization. Proc. Symposium EUROMECH 421. September 10 - 12. Grenoble, France.

- C25. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2001) Détermination de la distribution de taille : Correction de volume de mesure pour la sonde optique. Colloque de synthèse du Groupe de Recherche Combustion dans les moteurs fusées. June 26 - 28 . Toulouse, France.
- C26. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2001) Drop size and velocity measurements in the near field of coaxial atomizer using an optical phase detection probe. 4th International conference on multiphase flow. May 27 - June 1. New Orleans, USA.
- C27. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E.J. (2001) Spray characterization using optical probes: Feasibility of drop velocity, size and concentration measurements. 2nd Japanese European Two-phase Flow Group meeting. Japan.
- C28. FLORSH N., BEGHEIN C., LISMONDE B. (2001) L'aérage naturel des anciennes mines lors de la phase de percement : étude expérimentale et théorique (mines du 16ème siècle dans les Vosges). Colloque d'Archéométrie. La Rochelle, France.
- C29. HURTHER D., LEMMIN U. (2001) Particle transport capacity of turbulent coherent structures in suspension flows. Euromech workshop 428. September 25 - 28. Torino, Italy.
- C30. SILVA P.A., TEMPERVILLE A., SEABRA SANTOS F. (2001) Parametrized sand transport model for combined currents and waves in rippled and flat bed regimes, in van Rijn, L., Davies, A.G., van de Graaff, J. e J. Ribberink (eds.). SEDMOC-Sediment transport modeling in marine coastal environments. Aqua Publications. The Netherlands. , pp. CE 1-10-.
- C31. MICHALLET H., MORY M. (2001) A model for highly concentrated suspensions in a diffusive turbulence. EUROMECH Colloquium 421 on Strongly coupled dispersed two phase flows. September 10 - 12. Grenoble, France.
- C32. HURTHER D. (2001) Sediment transport assessment in suspension flow based on coherent structures characteristics. 1st prince of J.F. Kennedy award. XXIX IAHR Congress. September 17 - 21 . Beijing, China.
- C33. HURTHER D., LEMMIN U., BLANCKAERT K. (2001) A field study of transport and mixing in a river using an acoustic Doppler velocity profiler. River flow 2002. International Conference on Fluvial Hydraulics, IAHR. Louvain-La-Neuve.
- C34. BRASSEUR P., BRANKART J.M., CARMILLET V., MAGRI S., VERRON J. (2001) A Singular Evolutive Extended Kalman filter to assimilate ocean colour data in a coupled physical-biochemical model of the North Atlantic. 33rd Int. Liege Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liege, Belgique.
- C35. EVENSEN G., VERRON J., VAN LEEUWEN P.J., BRANKART J.M., BRASSEUR P., BRUSDAL K. ET AL (2001) Results from the DIADEM data assimilation experiment with an OGCM for the North Atlantic. 33rd Int. Liege Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liege, Belgium.
- C36. MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2001) Data assimilation in a marine ecosystem coupled to a mixed layer model of the upper ocean. 33rd Int. Liege Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liege, Belgium.
- C37. PARENT L., VERRON J., TESTUT C.E., BRASSEUR P. (2001) Assimilation of Topex/Poseidon altimeter data in the Tropical Pacific Ocean during the 1994-1998 period. 33rd Int. Liege Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liege, Belgium.
- C38. TESTUT C.E., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2001) A reduced-order Kalman filter to assimilate sea surface temperature and altimetric observations in a primitive equation model of the North Atlantic Ocean. 33rd Int. Liege Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liege, Belgium.
- C39. VERRON J., BAHUREL P., CAUBET E. ET AL (2001) ALTIKA : A Micro-Satellite Ka-band Altimetry Mission. 52th International Astronautical Congress. October 1 - 5. Toulouse, France.
- C40. BRANKART J.M., TESTUT C.E., BRASSEUR P., VERRON J. (2001) Assimilation of sea surface temperature and altimetric observations in the MICOM model of the North Atlantic Ocean : results of hindcast and near real time experiments. Layered ocean model users workshop. February 26 - 28. Miami, USA.
- C41. EVENSEN G., VERRON J., VAN LEEUWEN P.J., BRANKART J.M., BRASSEUR P., BRUSDAL K., DOMBROWSKY E., DRANGE H., HALBERSTADT G., JACOBSEN L.M. (2001) Results from the DIADEM data assimilation experiment with an OGCM for the



North Atlantic. 33rd International Liège Colloquium on ocean hydrodynamics. May 7 - 11<sup>2</sup>. Liège, Belgium.

- C42. FAUGERAS B., BLUM J., VERRON J., LEVY M., CHARPENTIER I. (2001) Parameter estimation in coupled ocean and ecosystem models. 33rd International Liège Colloquium on ocean hydrodynamics. May 7 - 11. Liège, Belgium.
- C43. GUARRACINO M., LARGE W., BARNIER B. (2001) Comparison of vertical turbulent fluxes produced by local (TKE) and non local (KPP) mixed Layer parameterization with non-hydrostatic LES simulations of deep convection. Layered model workshop. February 26 - 28. Miami, USA.
- C44. PARENT L., VERRON J., TESTUT C.E., BRASSEUR P. (2001) Assimilation of Topex/Poseidon altimeter data in the tropical Pacific ocean during the 1994-1998 period. 33rd International Liège Colloquium on ocean hydrodynamics. May 7 - 11. Liège, Belgium.
- C45. PENDUFF TH., VERRON J., BRASSEUR P., BARNIER B. (2001) Assimilation of altimetric and sea-surface temperature data in a high-resolution South Atlantic Ocean model with a reduced-order Kalman filter. XI Coloquio Argentino de Oceanografía, IAPSO - IABO. October 22 - 26. Mar del Plata, Argentine.
- C46. SOKOLOVSKIY M., VERRON J. (2001) Interactions between two-layer vortices : The integrable case. EGS. March. Nice, France.
- C47. TESTUT C.E., BRASSEUR P., BRANKART J.M., VERRON J. (2001) A reduced-order Kalman filter to assimilate sea surface temperature and altimetric observations in a primitive equation model of the North Atlantic ocean. 33rd International Liège Colloquium on ocean hydrodynamics. May 7 - 11. Liège, Belgium.
- C48. TESTUT C.E., BRANKART J.M., PARENT L., BRASSEUR P., VERRON J. (2001) A reduced order Kalman filter to assimilate sea surface temperature and altimetric observations in a primitive equation model of the North Atlantic Ocean. EGS Assembly. March. Nice, France.
- C49. TRANCHANT B., BRASSEUR P., BRANKART J.M., TESTUT C.E. (2001) A new assimilation system for the French MERCATOR Operational Oceanographic Project. AGU Fall Meeting. December. San Francisco, USA.
- C50. VERRON J., BAHUREL P., CAUBET E., CHAPRON B., CRETAUX J.F., EYMARD L., LE PROVOST CH., LE TRAON P.Y., PHALIPPOU L., REMY F., THOUVENOT E., TOURNADRE J., VINCENT P. (2001) AltiKa ; a micro-satellite Ka-Band altimetry mission. 52ème Congrès de l'International Astronautical Congress. October 1 - 5.
- C51. TRANCHANT B., BRASSEUR P., DE MEY P., TESTUT C.E. (2001) Recent developments of the Mercator Assimilation System (SAM) : Towards the SEEK filter.. AGU Joint Assembly. mai 2004. Montréal.
- C52. BRASSEUR P., CARMILLET V., BRANKART J.M., VERRON J. (2001) A singular evolutive extended Kalman filter to assimilate ocean color data in a coupled physical-biochemical model of the North Atlantic. 33rd International Liège colloquium on ocean hydrodynamics. May 7 - 11. Liège, Belgium.
- C53. VERRON J. (2001) DIADEM/TOPAZ group. 3rd EU Operational Forecasting Cluster Workshop. June 18 - 20. Bruxelles, Belgium.
- C54. DA SILVA C., METAIS O. (2001) Coherent structures in excited spatially evolving round jets. Direct and Large-Eddy Simulation IV. , pp. 205-212.
- C55. SALINAS-VASQUEZ S., METAIS O. (2001) Large-eddy simulation of a spatially growing thermal boundary layer in a turbulent square duct. Direct and Large-Eddy Simulation IV, B.J. Geurts et al. (eds), Kluwer Academic Publishers. , pp. 277-284.
- C56. LESIEUR M. (2001) Reconnaissance des tourbillons en simulation des grandes échelles de la turbulence. Colloque FLUVISU . June 19 - 21. Rouen, France.
- C57. LESIEUR M. (2001) Large-eddy simulation of turbulent flows. Colloque CFD 2001 en l'honneur du Professeur Jameson. January. Paris, France.
- C58. LESIEUR M. (2001) Structure of isotropic and stratified turbulence (Conférence à la mémoire de C. VAN ATTA). APS Fluid Dynamics conference. November 18 - 20. San Diego, USA.
- C59. GEORGESCU C., ACHARD J.L. (2001) Loi de Tate : Analyse critique et restrictions. 15ème Congrès Français de Mécanique. September 3 - 7. Nancy, France.

- C60. EL HAMMOUMI M., CANOT E., DAVOUST L. (2001) Rebond d'une bulle sur un plan horizontal. Congrès Marocain de Mécanique. Meknès, Maroc.
- C61. ROSSI L., THIBAUT J.P. (2001) Seawater flow control : wall normal electromagnetic actuators. TSFP 2. Stockholm, Sweden. , vol. III, pp. 23-28.
- C62. THIBAUT J.P., ROSSI L. (2001) Contrôle d'écoulements pariétaux, en eau de mer, sous l'effet d'un activateur électromagnétique. 15ème Congrès Français de Mécanique (CFM 2001). Nancy, France. , n. 639.
- C63. MICHELUTTI L., TARDU S., BOUSSEY J. (2001) A simple wall shear stress sensor in polycrystalline silicon : electrical and thermal considerations. Mechanics and materials Summer Conference. June 27 - 29. San Diego, USA.
- C64. TARDU S. (2001) Contrôle actif de la turbulence pariétale Conférence générale de session. Congrès Français de Mécanique. September. Nancy, France. , pp. 681-1/10-.
- C65. VEJRAZKA J., MARTY P., SOBOLIK V. (2001) Heat transfer experiments in a submerged impinging round jet using liquid crystal thermometry. 5th World Conf. on Exp. Heat Transfer, Fluid Mech. and Thermodynamics. September. Thessalonique, Greece.
- C66. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2001) Etude du facteur de frottement d'un écoulement monophasique dans des mini-canaux. Congrès Français de Thermique (SFT 2001). May 29 - 31. Nantes, France.
- C67. BELGHAZI M., BONTEMPS A., MARVILLET C. (2001) Study of condensation heat transfert of a pure fluid and binary mixture in a bundle of enhanced surface tubes. 5th World conference on experimental heat transfert, fluid mechanics and thermodynamics, ExHFT 5. May 24 - 28. Thessaloniki, Greece.
- C68. MARTY PH. (2001) Refroidissement de parois par jets impactants : bilan des connaissances et applications. 10ème Journées Internationales de Thermique. September. Tunis, Tunisie.
- C69. GITTEAU J., THONON B., BONTEMPS A. (2001) Condensation of pure hydrocarbons and their mixture in a compact welded heat exchanger. 3rd International conference on compact heat exchangers and enhancement technology for the process industry. July 1 - 6. Davos, Suisse.
- C70. TARDU S. (2001) Formulation compacte des mécanismes de transfert dans les écoulements de gaz dans les microcanaux. Congrès Français de Mécanique. September. Nancy, France. , pp. 695-1/5-.
- C71. TARDU S., MICHELUTTI L., BOUSSEY J. (2001) Fil chaud dans une microcavité en technologie des MEMS. Congrès Français de Mécanique. September. Nancy, France. , pp. 696-1/6-.
- C72. VEJRAZKA J., MARTY P., SOBOLIK V. (2001) Une nouvelle méthode de mesure de température par cristaux liquides appliquée aux jets impactants. Journée thématique SFT. March 14. Nantes, France.
- C73. FLOR J.B., UNGARISH M., BUSH J.W.M. (2001) Spin-up from rest in a stratified fluid: boundary flows. Hydraulics Symposium. December 5 - 8. Tempe, USA.
- C74. STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C. (2001) Mixing by breaking internal gravity waves. In Turbulent Mixing in Geophysical Flows, ed. P. Linden & J. Redondo. CIMNE. UPC, Baelcelona, Spain. , pp. 175-200.
- C75. BRULFERT G., KERBIRIOU M.-A., CHOLLET J.-P. (2001) Photochemistry in a convective layer and atmosphere dynamics in narrow valley. Workshop ERCOFTAC: Flow over complex terrain. September 24 -25. Lyon - France.
- C76. CHOLLET J.P., BRULFERT G. (2001) Local scale photochemistry in a convective boundary layer. NSF-CNRS workshop on transport and mixing of passive and reactive scalars in the atmospheric boundary layer. Jussieu, France.
- C77. FLOR J.B., MOULIN F. (2001) Experimental study on wave-vortex interaction in a rotating stratified fluid. Wave phenomena III. June . Edmonton, Canada.
- C78. FLOR J.B., MOULIN F. (2001) Experimental study on vortex-wave interaction in a rotating stratified fluid. European geophysical society. 26th General assembly. April 19 - 23. Nice, France.
- C79. STAQUET CH. (2001) Interactions of inertia-gravity waves with a barotropic horizontal shear flow. Colloque Three-dimensional Stratified and sheared turbulence flows : comparison between DNS, LES & Observations. December 19 - 20 . Paris, France.

- C80. STAQUET C. (2001) Interactions of inertia-gravity waves with a barotropic horizontal shear flow. Three-dimensional stratified and sheared turbulent flow : comparison between DNS, LES & observations . December . Paris, France.
- C81. STAQUET C. (2001) Transport by breaking inertia-gravity waves across a barotropic dynamical barrier. Ecoulements turbulents pour l'environnement et l'aérodynamique : nouvelles perspectives. June 11 - 12. Ecole Centrale de Lyon, France.
- C82. STAQUET C. (2001) Ondes internes au voisinage du vortex polaire. Journée scientifique "Ondes et turbulence". January 8. Paris, France.
- C83. EDWARDS N.R., STAQUET C. (2001) Inertia-gravity wave breaking by mean current interactions. XXVI General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 - 30. Nice, France.
- C84. KERBIRIOU M.A., CHOLLET J.P., STAQUET C. (2001) Numerical simulation of diurnal evolution of scalar dispersion in a narrow valley. XXVI General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 - 30. Nice, France.
- C85. BOURUET-AUBERTOT P., KOUDELLA C.R., STAQUET C. (2001) Mixing induced by breaking internal gravity waves. XXVI General Assembly of the European Geophysical Society. March 25 - 30. Nice, France.
- C86. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., HAKIMI N. (2001) Numerical simulation of cavitation flow in an inducer geometry. 4th European conference on turbomachinery, IMECHE. March. Firenze, Italy.
- C87. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. (2001) Evaluation of the turbulence model influence on the numerical simulation of unsteady cavitation. ASME FEDSM 2001. June . New Orleans, USA.
- C88. FORTES-PATELLA R., CHALLIER G., REBOUD J.L., ARCHER A. (2001) Cavitation erosion mechanism : numerical simulations of the interaction between pressure waves and solid boundaries. CAV 2001 symposium. June . Pasadena, USA.
- C89. HOFMANN M., STOFFEL B., COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. (2001) Experimental and numerical studies on a centrifugal pump with 2D-curved blades in cavitation condition. CAV 2001 symposium. June. Pasadena, USA.
- C90. LOHRBERG H., STOFFEL B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L. (2001) Numerical and experimental investigations on the cavitating flow in a cascade of hydrofoils. CAV 2001 Symposium. June . Pasadena, California, USA.
- C91. BERCHICHE N., FRANC J.P., MICHEL J.M. (2001) A cavitation erosion model for ductile materials. 4th International Symposium on Cavitation. June 20 - 23. Pasadena, California, USA.
- C92. COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.L., FORTES-PATELLA R. (2001) Numerical study of the effect of the leading edge shape on cavitation around inducer blade sections. CAV 2001. June. Pasadena, California, USA.
- C93. DIEVAL L., PELLONE C. (2001) Comparison between three computation methods for supercavitating flows. 8ème Journées de l'Hydrodynamique. March 5 - 7. Nantes, France. , pp. 235-248.
- C94. BERCHICHE N., FRANC J.P., MICHEL J.M. (2001) A cavitation erosion model for ductile materials. 4th International Symposium on Cavitation. June 20 - 23. Pasadena, California, USA.
- C95. MAITRE TH., PELLONE CH. (2001) Numerical modeling of unsteady partial cavities behind a backward facing step. International symposium on cavitation , CAV 2001. June 20 - 23. Pasadena, Californie, USA.

## 2002

- C96. BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J., KOUDELLA C.R. (2002) Density structures and intermittency produced by breaking internal gravity waves. 2nd Meeting on the Physical Oceanography of Sea Straits. April 15 - 19. Villefranche, France.
- C97. BOUCHET F., CHAVANIS P.H., SOMMERIA J. (2002) Jovian jets and vortices as statistical mechanics equilibria. EGS XXVII General Assembly. April 21 - 25. Nice, France.

- C98. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J., VERRON J., GALMICHE M. (2002) An experimental investigation of heton instability in a rotating two-layer fluid. EGS XXVII General Assembly. 21-25 april. Nice, France.
- C99. GALMICHE M., SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., VERRON J. (2002) Data assimilation at the laboratory scale: a unique validation tool for operational oceanography. Congrès international En route to GODAE. June.
- C100. SRDIC-MITROVIC N., BOYER D.L., SMIT D., LAVELLE J.W., ETLING D., SOMMERIA J. (2002) Impact of the boundary turbulence on a large scale coastal flows. European Turbulence Conference (ETC9). July 2 - 5. Southampton, UK.
- C101. BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J., KOUDELLA C.R. (2002) Intermittency in stratified turbulence produced by breaking internal gravity waves. European Turbulence Conference (ETC9). July 2 - 5. Southampton, UK.
- C102. ALISEDA A., CARTELLIER A., LASHERAS J. (2002) Preferential concentration and settling velocity of small, heavy droplets in homogeneous isotropic turbulence. ERCOFTAC Conf. on Small Particles in Turbulence. March 11 - 13. Sevilla, Spain.
- C103. HO T., SECHET P., CARTELLIER A. (2002) Sensitivity analysis of the transverse distribution of bubbles in laminar flows in the limit of small particle Reynolds number. 15th Int. Congress of Chemical and Process Engineering. August 25 - 29. Praha, Czech Republic.
- C104. BORDAS M.L., CARTELLIER A., SECHET P., BOYER C. (2002) Experimental characterization of the dynamic of bubbles flowing in fixed beds. 15th Congress of Chemical and Process Engineering - CHISA. August 25 - 29. Praha, Czech Republic.
- C105. ROYON A., GAUDIN E., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2002) Sloshing and drop formation conditions in cylindrical liquid propellant tanks. CD Proc. 4th International Conference on Launcher Technology. December 3 - 6. Liège, Belgique.
- C106. BORDAS M.L., CARTELLIER A., SECHET P. (2002) A one-dimensional two-fluid model for bubbly flows in fixed beds. 2002 ASME Joint Us-European Fluids Engineering Division Summer Meeting. July 14 -18. Montréal, Québec, Canada.
- C107. CARTELLIER A. (2002) Méthodes optiques en mécanique des fluides. Séminaire D. Dautreppe. October 21 -25. Grenoble, France.
- C108. ALISEDA A., CARTELLIER A., LASHERAS J. (2002) The effect of preferential concentration on the settling velocity of heavy droplets in homogeneous isotropic turbulence. Monte Verità 2002, Sedimentation and Sediment transport. September 1 - 6. Ascona, Switzerland.
- C109. LEMAITRE-AUGER P., CARTELLIER A., BENECH P., SCHANEN-DUPOURT I. (2002) Integrated laser doppler velocimeter for fluid velocity and wall friction measurements. 1st IEEE International conference on sensors. June 12 - 14. Orlando, USA.
- C110. ROYON A., HOPFINGER E., CARTELLIER A., GAUDIN E. (2002) Liquid sloshing and wave breaking in cylindrical reservoirs. 55th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics. November 24 -26. Dallas, Texas, USA.
- C111. BORDAS M.-L. CARTELLIER A., SECHET P. (2002) A one-dimensionnal two-fluid model for co-current bubbly flows in fixed beds. 2nd BIOT Conference on Poromechanics. August 26-28. Grenoble, France.
- C112. POULAIN C., GERVAIS P., BAUDET C., GAGNE Y., KOUDELLA C.R., LEVEQUE E. (2002) Spectral vorticity and sound scattering. 9th European Turbulence Conference. July 2 - 5. Southampton, UK.
- C113. PIETROPINTO S., POULAIN C., BAUDET C., CASTAING B., CHABAUD B., GAGNE Y., GERVAIS P., HEBRAL B., LADAM Y., LEBRUN P., PIROTTE O. (2002) Very high Reynolds number turbulence with low-temperature gaseous helium. 9th European Turbulence Conference. July 2 - 5. Southampton, UK.
- C114. PIETROPINTO S., BAUDET C., CASTAING B., CHABAUD B., GAGNE Y., HEBRAL B., LADAM Y., LEBRUN P., PIROTTE O., POULAIN C., ROCHE P.E. (2002) Low temperature gaseous helium and very high turbulence experiments. 19th International Cryogenic Engineering Conference. July 22 - 26. Grenoble, France.
- C115. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E.J. (2002) Atomisation and mixing in coaxial injection (CD Proc.). 4th International Conference on Launcher Technology Space Launcher Liquid Propulsion. December 3 - 6. Liège, Belgium.

- C116. LISMONDE B. (2002) Un aspect morphologique des gours : les surplombs en aval des digues de gours. 12ème rencontre d'octobre. October 5 - 6. Bachelierie, France. , pp. 71-74.
- C117. LISMONDE B. (2002) Comportements singuliers du débit d'un collecteur. Cas de l'ennoisement d'un conduit. 12ème rencontre d'Octobre. October 5 - 6. Bachelierie, France.
- C118. HURTHUR D., LEMMIN U. (2002) A high-resolution 3-D acoustic Doppler profiling current Meter/Sediment Flux Profiler and its use in Laboratory and environmental studies. EWRI and IAHR joint conferenc, Hydraulic measurement and Experimental methods Estes Park. Colorado, USA.
- C119. MICHALLET H., CAMENEN B., BOTTERO S., LARROUDE P., BARTHELEMY E. (2002) Evolution d'une barre sableuse sous un courant permanent. 7ème Journées Génie Côtier. May 15 - 17. Anglet, France. , pp. 205-212.
- C120. MORY M., GRATIOT N., MANNING A., MICHALLET H. (2002) CBS layers in a diffusive turbulence grid oscillation experiment. Proc. in Marine Science 5, Fine Sediment Dynamics in the Marine Environment, J. C. Winterwerp and C. Kranenburg (Eds), Elsevier. INTERCOH 2000. September. Delft, The Netherlands. , pp. 139-154.
- C121. BARNIER B., GULEV S., MOLINES J.M. (2002) Impact of spatial resolution on surface water mass transformation in an Atlantic General Circulation Model. XXVII EGS Assembly. 22-26 April. Nice, France.
- C122. BARNIER B., DEWAR W.K., DE MIRANDA A., WEATHERLY G.L. (2002) Eddy-topography interactions in the Argentine Basin. WOCE and Beyond Conference. November, 17-21. San Antonio USA.
- C123. BIROL F., BLAYO E., BRANKART J.M., BRASSEUR P., DEBOST F., DELCROIX T., DE MEY P., DURAND F., DURBIANO S., EVENSEN G., GALMICHE M., GOURDEAU L., MAGRI S., OLINES J.M., PARENT L., PENDUFF T.;PHAM D.T., PICCINALI J.G., SCHROTER J., TESTUT C.E., VERRON J. (2002) Advanced altimeter data assimilation for the development of operational oceanography. Jason-1 SWT meeting. June. Biarritz, France.
- C124. BIROL F., BRANKART J.M., PICCINALI J.G., BRASSEUR P., VERRON J. (2002) Projet TOPAZ : Assimilation multivariée dans une configuration Atlantique Nord d'un modèle d'océan à coordonnée verticale hybride. Atelier de Modélisation de l'Atmosphère de Météo France. décembre. Toulouse, France.
- C125. BRASSEUR P. (2002) Reduced-order Kalman filter for data assimilation in oceanography. CEA-EDF-INRIA school on Data Assimilation for Geophysical Flows. 25-28 March. Rocquencourt, France.
- C126. BRASSEUR P., BIROL F., BLAYO E., BRANKART J.M., DEBOST F., FAUGERAS B., GALMICHE M., MAGRI S., PENDUFF T., PICCINALI J.G., ROBERT C., TESTUT C.E., VERRON J. (2002) Advanced data assimilation for the development of operational oceanography. 3rd EuroGOOS Conference. December. Athens, Greece.
- C127. CHANUT J., BARNIER B., LARGE W. (2002) Parameterization of baroclinic eddy fluxes during open ocean convection. XXVII EGS Assembly. April, 22-26. Nice, France.
- C128. CHASSIGNET E., BELL M., BRASSEUR P., EVENSEN G., GIRIFFIES S., HULBURT H., LE PROVOST C., MADEC G., MCLEAN J., VERRON J., WALLCRAFT A. (2002) The modelling component of ocean forecasting. Proceedings of the international symposium . , pp. 41-41.
- C129. DEBOST F., BRASSEUR P., TESTUT C.E., VERRON J. (2002) Monitoring mesoscale ocean circulations with multi-satellite altimetric missions. Proceedings of the international symposium . , pp. 213-213.
- C130. DEBOST F., TESTUT C.E., BRASSEUR P., VERRON J. (2002) Assimilation of altimetric data in a simplified Gulf Stream model to monitor the mesoscale ocean circulation with multi-satellite missions. EGS. Nice, France.
- C131. DE MEY P., AWAJI T., BELL M., BENNETT A., BRASSEUR P., EVENSEN G., HAINES K., FUKUMORI I., SMEDSTAD O.M., STAMMER D., WEAVER A. (2002) Approaches to data assimilation within GODAE. Proceedings of the international symposium .
- C132. MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2002) Data assimilation in a marine ecosystem coupled to a mixed layer model of the upper ocean. Proceedings of the international symposium "En route to GODAE". , pp. 367-367.

- C133. MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2002) Data assimilation in a marine ecosystem coupled to a mixed layer model of the upper ocean. EGS. April. Nice, France.
- C134. MOLINES J.M., BARNIER B., DE MIRANDA A., LE PROVOST C., MADEC G., TREGUIER A.M. (2002) Clipper : high resolution modeling of the Atlantic ocean during WOCE. WOCE and Beyond Conference. November, 17-21. San Antonio, USA.
- C135. PENDUFF T., O'BRIEN J.J., DEWAR W.K., BARNIER B. (2002) Interannual variability of the eddy flow in the North Atlantic : dynamical insights from a model-data comparison. EGS XXVIIth General Assembly. April. Nice, France.
- C136. PENDUFF T., BARNIER B., DEWAR W.K., O'BRIEN J.J. (2002) Dynamics of the interannual variability of EKE from a model-data comparison in the North Atlantic. Meeting WOCE and Beyond. November, 18-22. San Antonio, USA.
- C137. PICCINALI J.G., BIROL F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2002) Multivariate assimilation of satellite and in situ data in a high-resolution layered model of the North Atlantic. Proceedings of the international symposium . , pp. 313-313.
- C138. TESTUT C.E., BERLINE L., BRASSEUR P., VERRON J. (2002) Multivariate assimilation of sea-surface data into an eddy-permitting model of the North Atlantic during 1992-1999. Proceedings of the International symposium . 2002. , pp. 315-315.
- C139. TESTUT C.E., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2002) A reduced-order Kalman filter to assimilate SSH,SST and SSS in a primitive equation model of the North Atlantic Ocean. EGS. April. Nice France.
- C140. TESTUT C.E., DEBOST F., BRASSEUR P., BRANKART J.M., VERRON J. (2002) Paramétrisation de l'erreur d'ébauche pour un filtre de Kalman de rang réduit : application à l'Océan Atlantique Nord. Atelier de Modélisation de l'Atmosphère de Météo France. décembre. Toulouse, France.
- C141. TREGUIER A.M., BOEBEL O., BARNIER B., MADEC G. (2002) Agulhas eddy fluxes in a 1/6° model. XXVII EGS Assembly. Nice France.
- C142. HAUET G., LESIEUR M. (2002) Large-eddy simulations of a ribbed channel. Advances in Turbulence IX. 2 - 5 juillet. Southampton.
- C143. DA SILVA C. (2002) The effect of SGS models on the vortical structures computed from Large-Eddy Simulations. 9th European Turbulence Conference. 2 - 5 juillet. Southampton.
- C144. BEER A., LESIEUR M. (2002) Influence of convective Mach number on a temporal mixing layer. 9th European Turbulence Conference. 2 - 5 juillet. Southampton.
- C145. KHARICHA A., ALEMANY A., TERLAIN A., DELOFFRE P. (2002) Magnetic field influence of the corrosion of steels by Pb-17Li. Second International Seminar COST P6 on Electromagnetic Control of Liquid Metal Processes. June 17 - 20. Grenoble, France.
- C146. DELOFFRE P., TERLAIN A., ALEMANY A., KHARICHA A. (2002) Corrosion study of an austenitic steel in Pb17-Li under magnetic field and rotating flow. Congrès international sur la fusion. April. Finlande.
- C147. KHARICHA A., ALEMANY A., TERLAIN A., DELOFFRE P. (2002) Influence of the magnetic field on the corrosion of austenitic steel by Pb-17 Li. 5th international conference on fundamental and applied MHD. September 16 - 20. Ramatuelle, France. , vol. 1, pp. III 27-.
- C148. LAHJOMRI J., ZNIBER K., OUBARRA A., ALEMANY A. (2002) Nusselt number in the thermal entrance region of laminar channel flow including viscous dissipation, Joule heating and axial heat conduction with prescribed uniform wall heat flux. 5th International conference on fundamental and applied MHD. September 16 - 20. Ramatuelle, France. , vol. 1, pp. 1-75.
- C149. AL RADI M., COGNET G. (2002) Instability and transfer at liquid-liquid metal interface. Conference PAMIR. September. Ramatuelle, France.
- C150. ALEMANY A. (2002) Magneto Hydro Dynamic (MHD) Concept for Robotics and Human Exploration of the Solar System. ESTEC (ESA). November 29. Amsterdam, The Netherlands.
- C151. BLONDIAUX N., DAVOUST L., BERTHIER J., MASSE D., GINOT F. (2002) Adsorption de protéines à une interface eau-air fonctionnalisée. 1er Congrès de Microfluidique, Micro-écoulements liquides et gazeux ; phénomènes physiques et applications. December 3 - 5. Toulouse, France.

- C152. DRAZEK L., DAVOUST L., LEGRAND J.-F. (2002) 2-D crystallisation of proteins at an air/water interface, control by an annular shear flow. 5th Liquid Matter Conference, Symposium n°7 - Membranes and Biological Liquids. Konstanz, Germany.
- C153. DAVOUST L. (2002) Experiments on damped parasitic waves. Séminaire dans le cadre du contrat européen Blue Water. January. Aston University, Information Engineering Department, Birmingham, UK.
- C154. FUCHS O., FOUILLET Y., ACHARD J.-L. (2002) Coalescence de micro-gouttes assistée par des forces électriques. Congrès de Microfluidique de la Société Hydrotechnique de France. December 3 - 5. Toulouse, France. , pp. 37-46.
- C155. TARDU S. (2002) Effets des forces électrostatiques en microfluidique. Double couche électrique à l'interface. Congrès SHF-Microfluidique. December 3 - 5. Toulouse, France. , pp. 319-325.
- C156. GAO P., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2002) Hydrodynamics and Heat Transfer in a two-dimensional microchannel. 12th International Heat Transfer Conference. August. Grenoble, France. , vol. 2, pp. 183-188.
- C157. FAVRE-MARINET M. (2002) Effets d'échelle dans les microcanaux, Séminaire Mécanique et dynamique des systèmes complexes. Séminaire Mécanique et dynamique des systèmes complexes. January. Lans-en-Vercors, France.
- C158. AYELA F., BAVIERE R., FAVRE-MARINET M., FOURNIER T., LE PERSON S. (2002) Mesures locales et globales du frottement dans des microcanaux - Influence de l'état de surface. Congrès SHF de microfluidique « Micro-écoulements liquides et gazeux : phénomènes physiques et applications ». December. Toulouse, France.
- C159. TARDU S. (2002) Ecoulements externes dans le régime de raréfaction. Congrès SHF-Microfluidique. December 3 - 5. Toulouse, France. , pp. 57-63.
- C160. MEUNIER D., TSAMADOS D.M., TARDU S., BOUSSEY J. (2002) Fil chaud dans une micro-cavité et capteur de pression en technologie MEMS. Congrès SHF-Microfluidique. December 3 - 5. Toulouse, France. , pp. 181-188.
- C161. MEUNIER D., TSAMADOS D.M., TARDU S., BOUSSEY J. (2002) Realization and simulation of wall shear stress integrated sensors. 8th Thermic Workshop. October 1 - 4. Madrid, Spain.
- C162. TARDU S., DUNN D. (2002) On the meandering of the streaks. 9th European Turbulence Conferenc. June. Southampton, UK.
- C163. TARDU S. (2002) Near Wall Regularity. Int. Symp. on Autosimilarity. May. CEMAGREF Clermont-Ferrand, France.
- C164. TARDU S., DA COSTA P. (2002) Experiments and modeling of turbulent wall flows subjected to imposed velocity oscillations with and without adverse pressure gradient. CD-ROM. IUTAM Symp. on Unsteady Separation. April. Toulouse, France.
- C165. VEJRAZKA J., MARTY P., TIHON J. (2002) Experimental study of vortex structures in a pulsating impinging jet. 15th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 02. August 25 - 29. Praha, Czech Republic.
- C166. MICHEL F., TOCHON P., MARTY P. (2002) Simulation des échanges thermiques sur une plaque épaisse. Congrès Français de Thermique, SFT 2002. June 3 - 6. Vittel, France. , pp. 65-70.
- C167. VEJRAZKA J., MARTY P., TIHON J. (2002) Réponse d'un jet turbulent impactant excité périodiquement. Congrès Français de Thermique, SFT 2002. June 3 - 6. Vittel, France. , pp. 145-150.
- C168. VEJRAZKA J., MARTY P. (2002) Measurement of Heat transfer coefficient by thermochromic liquid crystals. 29th Conf. of Slovak Society of Chem. Eng.. May. Tatranské Matliare, Slovakia.
- C169. VEJRAZKA J., TIHON J., MARTY P., SOBOLIK V. (2002) Flow-field of an excited impinging jet. COST F2 2nd Workshop on "Local flow effects in hydrodynamic systems". November 9. Aachen, Germany. .
- C170. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2002) Experimental study of single-phase flow friction factor and heat transfer coefficient in mini-channels. Compact Heat Exchanger Symposium. August 24. Grenoble, France.
- C171. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2002) Experimental study of ascendant boiling flow in mini-channels. Zero leakage - Minimum charge (IIR - IIF). Stockholm, Suède.

- C172. AGOSTINI B., WATEL A., BONTEMPS A., THONON B. (2002) Etude expérimentale du facteur de frottement et du coefficient d'échange de chaleur en convection forcée monophasique dans des mini-canaux. Congrès Français de Thermique (SFT) . June 03 - 06. Vittel, France.
- C173. BUI VAN GA, PHAN QUANG XUNG, BONTEMPS A. (2002) Uncertainty estimation of an approximated formula in calculation of condensate profile on finned tubes. 8th Conference on Science and Technology. April 25 - 26. HCM City, Vietnam.
- C174. BOUILLON F., PERRIN M., TARDU S., TARDU S., THIBAUT J.P. (2002) Numerical simulation of seawater electromagnetic flow control. Advances in Turbulence IX. 9th European turbulence conference . Southampton, UK. , vol. 236, pp. 841-.
- C175. ROSSI L., THIBAUT J.-P., LINDQUIST C. (2002) Experimental Study of Electromagnetic Flow Control in Seawater. Advances in Turbulence IX, Proc. of the 9th European Turbulence Conferenc. Southampton, UK. , n. 236, pp. 850-.
- C176. THIBAUT J.-P., ROSSI L., BOUILLON F., LINDQUIST C. (2002) Investigation of Electromagnetic Flow Control in Seawater. 12th European Drag Reduction Meeting. Herning, Denmark.
- C177. MOULIN F., FLOR J.-B. (2002) Experimental observations of wave-vortex interactions in a stratified rotating fluid. European Geophysical Society. 27 general assembly. April 21 - 26. Nice, France.
- C178. MOULIN F., FLOR J.-B. (2002) Experimental study on the mixing induced by inertia-gravity wave breaking on the dynamical barrier of a vortex. European Geophysical Society. 27 general assembly. April 21 - 26. Nice, France.
- C179. CARITEAU B., FLOR J.-B. (2002) Experimental study on the stability of a columnar vortex in a stratified fluid. European Geophysical Society. 27 general assembly. April 21 - 26. Nice, France.
- C180. FLOR J.-B., UNGARISH M., BUSH J.W.M. (2002) Spin-up from rest in a stratified fluid: boundary flows. European Geophysical. 27 General Assembly. April 21 - 26. Nice, France.
- C181. FLOR J.-B., BUSH J.W.M., UNGARISH M. (2002) Spin-up from rest in a stratified fluid: core flows. European Geophysical Society. 27 General Assembly. April 21 - 26. Nice, France.
- C182. EAMES I.E., FLOR J.-B. (2002) The dynamics of monopolar vortices on a topographic beta plane. Joint British Mathematical and Applied Mathematical Colloquium. April 7 - 12.
- C183. FLOR J.-B., BUSH J.W.M., UNGARISH M. (2002) Spin-up from rest in a stratified fluid APS. Division of Fluid Dynamics 55th Annual Meeting. November 24 - 26. Dallas, USA
- C184. FLOR J.-B. (2002) Dynamics of monopolar vortices on a B-plane. Colloque: Fundamentals of vortices, convection and turbulence in rotating flows. July 23 - 24. UCL London, UK.
- C185. CHOLLET J.-P., BRULFERT G. (2002) Photochemistry in a convective layer and in valleys. 11th International Conference Transport and Air Pollution. June 19 - 21. Gratz - Austria. , pp. 309-314.
- C186. BRULFERT G., CHOLLET J.-P. (2002) Simulation of photochemistry in a convective boundary layer and atmosphere in valleys. EUROTRAC-2 Symposium. March 11 - 15. Garmish-Partenkirchen - Germany.
- C187. BRULFERT G., CHEMEL C., CHOLLET J.-P. (2002) Modélisation du transport et de l'évolution de polluants dans la vallée de Chamonix. Atelier de Modélisation de l'Atmosphère. , pp. 167-170.
- C188. TOUIHRI R., SOULAIMANI A., PLUNIAN F. (2002) Simulation numérique de l'instabilité dynamo de Ponomarenko. Journées Tunisiennes des Ecoulements et Transferts. Hammamet, Tunisie.
- C189. PLUNIAN F. (2002) About 2D-periodic dynamos. Meeting on turbulent dynamos. Paris, France.
- C190. STAQUET C. (2002) Mélange dans les écoulement stratifiés. Mathématiques et Océanographies. March 7 - 8 . Grenoble, France.
- C191. KERBIRIOU M.A., STAQUET C., CHOLLET J.P. (2002) Numerical modeling of inversion layers in an ideal alpine valley. XXVII General Assembly of the European Geophysical Society . April 22 - 26. Nice, France.



- C192. KERBIRIOU M.A., BRULFERT G., CHOLLET J.P., STAQUET C. (2002) Atmospheric dynamic in narrow valley. 9th European turbulence conference. July 2 - 5. Surrey, UK.
- C193. REYNAUD S., FRANC J.-P., MAITRE T. (2002) Transferts thermiques convectifs en minicanal: confrontation calculs/mesures. Colloque SHF Microfluidique. December 3 - 5. Toulouse, France.
- C194. REBATTET C., FRANC J.-P., COULON A., BONHOMME C. (2002) Investigation of thermodynamic effect in cavitating inducers – An experimental study on French university facilities. 1st European Hydrogen Energy Conference. September 2 - 5. Grenoble, France.
- C195. COUTIER-DELGOSHA O., MOREL P., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2002) Numerical simulation of turbopump inducer cavitating behavior. Proceedings of ISROMAC-9. February. Honolulu, Hawaii.
- C196. COUTIER-DELGOSHA O., POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2002) 3D numerical simulation of pump cavitating behavior. Proceedings of 2002 ASME FEDSM. July. Montreal, Canada.
- C197. COUTIER-DELGOSHA O., POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., ARCHER A., COMBES J.-F. (2002) Cavitation performance of a centrifugal pump: numerical and experimental investigations. Proceedings of the 21st IAHR Symp. on Hydraulic Machinery and Systems. September. Lausanne, Suisse.
- C198. POUFFARY B., COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., LAFFITE S., NGUYEN DUC J.-M. (2002) Evaluation of the effects of cavitation on the flow in a centrifugal pump: analysis of the breakdown mechanisms. Proceedings of the 21st IAHR Symp. on Hydraulic Machinery and Systems. September. Lausanne, Suisse.
- C199. COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.-L., COURTOT Y., FORTES-PATELLA R. (2002) A numerical model to predict unsteady cavitating flow behaviour in inducer blade cascades. Proceedings of the 4th International Conf. on Launcher Technology. December. Liège, Belgique.
- C200. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., POUFFARY B. (2002) 3D numerical simulations of pump cavitating behavior. Proceedings of the 4th International Conf. on Launcher Technology. December. Liège, Belgique.
- C201. COUTIER-DELGOSHA O., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2002) Evaluation de l'influence du modèle de turbulence sur la simulation numérique de la cavitation instationnaire. Séminaire Turbulence et lanceurs spatiaux. Juin. Paris - France.
- C202. CHOFFAT T., FORTES-PATELLA R., FRANC J.-P., ARCHER A. (2002) A Procedure to account for overlapping in pitting tests. Cavitation Erosion Workshop. May. Val de Rueil - France.
- C203. ZOPPE B., MAITRE T., LEROY P. (2002) Numerical simulation of jet impact on plane wall and simplified Pelton bucket with VOF method. 9th of International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery. February 10-14. Honolulu, Hawaii.
- C204. TRAVERSAZ M., LEROY P., ZOPPE B., MAITRE T. (2002) Numerical study of Pelton bucket flow, comparaison of Fluent and CFX results. 21st IAHR Symposium September. September 9 - 12. Lausanne, Switzerland.
- C205. COLLIN E., BARRE S., BONNET J.P. (2002) Control of mixing in turbulent supersonic jets. EUROMECH 440, Aerodynamics and Thermochemistry of High Speed Flows (Conf.invité). September 16 - 19. Marseille, France.
- C206. AUVITY B., BARRE S., BONNET J.P. (2002) Experimental study of a normal Shock/Homogeneous turbulence interaction. Forum on supersonic flows and Shock Waves, ASME 2002 Fluids engineering division summer meeting. July 14 - 18. Montreal, Quebec, Canada.
- C207. AUVITY B., BARRE S., BONNET J.P. (2002) Experimental study of a normal Shock/Homogeneous turbulence interaction. EUROMECH 440, Aerodynamics and thermochemistry of high speed flows. September 16 - 19. Marseille, France.
- C208. LARDEAU S., COLLIN E., LAMBALLAIS E., DELVILLE J., BARRE S., BONNET J.P. (2002) Analysis of a jet-mixing layer interaction. 5th International symposium on engineering turbulence modelling and measurements. September 16 -18. Mallorca, Spain.

- C209. COUTIER-DELGOSHA O., REBOUD J.L., FORTES-PATELLA R. (2002) Numerical study of the effect of the leading edge shape on cavitation around inducer blade sections. CAV 2001 symposium. June. Pasadena, USA.
- C210. GUEDES A., KUENY J.L., CIOCAN G.D., AVELLAN F. (2002) Unsteady rotor - Stator analysis of hydraulic pump - turbine : CFD and experimental approach. 21st IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. September 9 -12. Lausanne, Switzerland. , pp. 767-780.
- C211. KVICINSKY S., KUENY J.L., AVELLAN F., PARKINSON E. (2002) Experimental and numerical analysis of free surface flows in a rotating bucket. 21st IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. September 9 -12 . Lausanne, Switzerland. , pp. 359-364.
- C212. MAURI S., KUENY J.L., AVELLAN F. (2002) Flow simulation in an elbow diffuser : verification and validation. 21st IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. September 9 -12. Lausanne, Switzerland. , pp. 213-240.
- C213. KVICINSKY S., KUENY J.L., AVELLAN F. (2002) Numerical and experimental analysis of free surface flow in a 3D non rotating Pelton Bucket. 9th international symposium on transport phenomena and dynamics of rotating machinery. February 10 - 14. Honolulu, Hawaii.

### 2003

- C214. SOUS D., BONNETON D., SOMMERIA J. (2003) Vortex dipoles in a shallow water layer. Symposium on Shallow flows. June 16 - 18. Delft, The Netherlands.
- C215. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J. (2003) An experimental investigation of a boundary current instability. Symposium on Shallow flows. June 16 - 18. Delft, The Netherlands.
- C216. BOYER D., SRDIC A.N., SMIRNOV S.A., HADVOGEL D.B., SOMMERIA J. (2003) Aspect of oscillatory along-shelf flow in the vicinity of an isolated submarine canyon. Symposium on Shallow flows. June 16 - 18. Delft, The Netherlands.
- C217. DECAMP S., SOMMERIA J. (2003) Simulation of dense water overflows with an isopycnal model and comparisons with laboratory experiments. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11. Nice, France.
- C218. BOURUET-AUBERTOT P., SOMMERIA J., KOUDELLA C.R. (2003) Intermittency effects associated with internal gravity wave breaking and their link with mixing processes. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11. Nice, France.
- C219. SOMMERIA J., BOUCHET F., CHAVANIS P.H. (2003) Maximum entropy production principle for geostrophic turbulence. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11. Nice, France.
- C220. PRAUD O., SOMMERIA J., FINCHAM A. (2003) Decaying grid turbulence in a stratified rotating fluid. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11 . Nice, France.
- C221. GALMICHE M., SOMMERIA J., VERRON J., THIVOLLE-CAZAT E. (2003) Data assimilation applied to laboratory experiments in a rotating stratified fluid. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11. Nice, France.
- C222. READ P.L., LEWIS S.R., WILLIAMS P.D., YAMAZAKI Y., YAMAZAKI K., SOMMERIA J., FINCHAM H., DIDELLE H. (2003) Large scale experimental study of the formation of zonal jets in convectively-driven geostrophic turbulence on a beta-plane. EGS-AGU Joint Assembly. April 7 - 11. Nice, France.
- C223. BOYER D., SRDIC A.N., SMIRNOV S.A., BAINES P., SOMMERIA J. (2003) The stability of along-isobath currents for a shelf-continental slope orography. General Assembly of the International Union of Geophysics and Geodesy (IUGG). June 30 - July 11. Sapporo, Japan.
- C224. SOMMERIA J., THIVOLLE-CAZAT E., GALMICHE M. (2003) Baroclinic instability of coastal currents and vortices in laboratory experiments. General Assembly of the International Union of Geophysics and Geodesy (IUGG). June 30 - July 11. Sapporo, Japan.
- C225. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J., GALMICHE M., VERRON J. (2003) An experimental investigation of the baroclinic instability of a two-layer vortex. Congrès Français de Mécanique. September 1 - 5. Nice, France.
- C226. FERRERO E., LONGHETTO A., MANFRIN M., MONTABONE L., MORTARINI L., DIDELLE H., SOMMERIA J., GIRAUD C., BERTONI D., FORZA R. (2003) Physical

simulation of atmospheric flow and turbulence. PHYSMOD2003: International Workshop on Physical Modelling of Flow and Dispersion Phenomena. September 3 - 5. Prato, Italy.

- C227. SOMMERIA J. (2003) Decaying grid turbulence in a rotating stratified fluid. (Conf. invité). General Assembly of the International Union of Geophysics and Geodesy (IUGG). June 30 - July 11. Sapporo, Japan.
- C228. CARTELLIER A., LASHERAS J. (2003) Onset of air entrainment by a smooth plunging jet under atmospheric pressure. 3rd European Japanese Two-Phase Flow Group Meeting (Eds. G.P. Celata, A. Tomiyama, I. Zun, P. Di Marco). September 21 -27. Certosa di Pontignano, Italy.
- C229. VARGA C.M., LASHERAS J.C., HOPFINGER E.J. (2003) Atomization of a small diameter liquid jet by a high-speed gas stream. Proceedings of ICLASS 2003, Session 3, paper n°5. July 12 - 18. Sorrento, Italy .
- C230. ROYON A., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2003) Non-linear liquid sloshing in reservoirs. 56th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics. Est-Rutherford, New Jersey, USA.
- C231. ROYON A., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2003) Non-linear sloshing and wave breaking conditions in cylindrical reservoirs. 2nd COMPERE Day. June 25 - 26. Bremen, Germany.
- C232. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2003) Atomisation mechanism in coaxial injectors. 5th Euromech Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C233. ROYON A., CARTELLIER A., HOPFINGER E., GAUDIN E. (2003) Liquid sloshing and wave breaking in cylindrical reservoirs. 5th Euromech Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C234. BORDAS M.-L., SECHET P., CARTELLIER A., BOYER CH. (2003) One-dimensionnal steady bubbly flow in packed beds: Eulerian two-fluid model and its closures in the dense regime. 5th Euromech Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C235. BAUMBACH V., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2003) Geyser formation and degassing. COMPERE Scientific Committee. December 17. ONERA, Toulouse, France.
- C236. CARTELLIER A. (2003) Formation d'amas et effets collectifs en écoulement turbulent chargé de particules denses. GdR Turbulence. January 27 - 28. Grenoble, France.
- C237. GERVAIS P., BAUDET C., GAGNE Y (2003) Lagrangian velocity measurement in a turbulent air flow by acoustic scattering. European Fluid Mechanic Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C238. MAZELIER N., BAUDET C., GAGNE Y. (2003) Time-scale dynamics of the spatial fourier vorticity modes in turbulence. European Fluid Mechanic Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C239. HOPFINGER E.J., KURNIAWAN A. (2003) Sediment erosion by Görtler vortices: The scour hole problem. 40th Ann. Technical Meeting of Society of Engineering Sciences. October 12 - 15. University of Michigan, Ann Arbor, USA.
- C240. HOPFINGER E.J. (2003) Atomization of a liquid jet by a coflowing gas stream : From interfacial instability to drop formation. C.S. Yih and 150th Anniversary lecture. October 10. University of Michigan, Ann-Arbor, USA.
- C241. CARTELLIER A., SECHET P. (2003) Application des techniques laser à la métrologie en Mécanique des Fluides. Colloque ARATEM 2003. November. Chambéry, France.
- C242. BORDAS M.-L., CARTELLIER A., SECHET P., BOYER CH. (2003) Eulerian two-fluid modelling applied to bubbly flows in fixed. CODEGERA, 1ères rencontres scientifiques . October. Grenoble, France.
- C243. LISMONDE B. (2003) La grotte Favot : étude expérimentale des circulations d'air hivernales. 13ème rencontre d'Octobre. October. Saint Christophe le Grotte, France. , pp. 71-78.
- C244. LISMONDE B. (2003) La grotte Favot : modèle théorique des circulations d'air hivernales. 13ème rencontre d'Octobre. October. Saint-Christophe-Le-Grotte, France. , pp. 79-86.
- C245. ROSSI L., MICHALLET H., BONNETON P. (2003) Morphodynamique d'une dune, couplage avec l'écoulement. 9ème Congrès Français de Sédimentologie. Bordeaux, France. , 2 p.

- C246. PENDUFF T. ET AL (2003) The South Atlantic Ocean : modeling cahllenges. Workshop for the establishment of a South Atlantic Climate Observing Systems (SACOS. February 5 - 8, 2003. Angra Dos Reis, Brésil.
- C247. TREGUIER A.M., THETTEN S., CHASSIGNET E., PENDUFF T., SMITH R.D., TALLEY L. (2003) The North Atlantic Subpolar gyre in high resolution models. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice France.
- C248. ARKHIPKIN A., GULEV S., BARNIER B., MOLINES J.M. (2003) Estimation of meridional heat transpot at oceanic cross-sections : insights from an intercomparison of estimates from hydrography and high resolution OGCM simulations. EGS-AGU Joint Assembly. April 6 -11. Nice France.
- C249. BARNIER B., PENDUFF T., LE DELLIOU C., MOLINES J.M., TREGUIER A.M., MADEC G., LE PROVOST C. (2003) Temporal and spatial structure of the Eddy flow in the Atlantic Ocean between 1980 and 2000 : validation of the 1/6° CLIPPER model simulation versus the WOCE current meter database. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice, France.
- C250. BARTH A., ALVERA-AZCARATE A., RIXEN M., BECKERS J.M., TESTUT C.E., BRANKART J.M., BRASSEUR P. (2003) Assimilation of sea-surface temperature in a doubly, two-way nested primitive equation model of the Ligurian Sea. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice, France.
- C251. BARTH A., ALVERA-AZCARATE A., RIXEN M., BECKERS J.M., TESTUT C.E., BRANKART J.M., BRASSEUR P. (2003) Forecasting skill assessment of a doubly, two-way nested model of the Ligurian Sea driven by assimilation of sea-surface temperature. IUGG General Assembly. Japan.
- C252. BERLINE L., TESTUT C.E., VERRON J., BRASSEUR P. (2003) Regional variations of the Gulf Stream position : Re-analysis of a 7-year assimilation experiment. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice, France.
- C253. BIROL F., BRANKART J.M., PICCINALLI J.G., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Multivariate assimilation experiments in a North Atlantic hybrid coordinate. 10th Layered Ocean Model meeting. February . Miami, USA.
- C254. BIROL F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Multivariate assimilation into layered ocean models of the North Atlantic using the SEEK filter. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice, France.
- C255. BIROL F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Sensitivity of ocean circulation prediction systems to mean dynamic topography products. Jason-1 SWT meeting. November. Arles, France.
- C256. BLAYO E., DEBREU L., BARNIER B. (2003) Couplages de modèles océaniques : aspects mathématiques et numériques. Séminaire d'Hydrodynamique Côtière. 15-17 septembre. Brest, France.
- C257. BRASSEUR P. (2003) Reduced-order methods for oceanic data assimilation : variants of the SEEK filter and operational implementations. Gordon Research Conference. June 22-27. New London.
- C258. CAILLEAU S., FEDORENKO V., BARNIER B., BLAYO E., CHANUT J., DEBREU L., MOLINES J.M. (2003) Embedded ocean model methods for coastal applications. EGS-AGU Joint Assembly. April 06-11. Nice, France.
- C259. CAILLEAU S., BARNIER B., CHANUT J., MOLINES J.M., BLAYO E., FEDORENKO V., DEBREU L. (2003) Open boundary and embedded ocean model method. Séminaire d'Hydrodynamique Côtière. 15-17 septembre. Brest, France.
- C260. CHANUT J., BARNIER B., DEBREU L., LARGE W. (2003) Restratification after deep convection in the Labrador Sea : a high resolution model study. EGS-AGU Joint Assembly. April, 06-11. Nice, France.
- C261. DEBOST F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Monitoring the mesoscale ocean circulation with multi-satellite altimetric missions : a data-assimilation study. EGS-AGU Joint Assembly. april, 06-11. Nice, France.
- C262. DEBOST F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2003) Monitoring the mesoscale ocean circulation with multi-satellite altimetric missions : a data-assimilation study. Jason-1 SWT meeting. November. Arles, France.

- C263. DE MIRANDA A., BECKMANN A., BARNIER B., MOLINES J.M., MADEC G. (2003) Dense water plume over a slope : Revisiting a bottom boundary layer parameterization used in z-coordinate models. EGS-AGU Joint Assembly. April 06 - 11. Nice, France.
- C264. GUARRACINO M., DURIEU DE MADRON X., HEUSSNER S., MARSALEIX P., BARNIER B. (2003) Controlling factors of interannual variability of downward particule fluxes on the North Western Mediterranean continental margin. EGS-AGU Joint Assembly. April 06 - 11. Nice, France.
- C265. MAGRI S., BRASSEUR P., LACROIX G. (2003) Data assimilation in a marine ecosystem model coupled to a mixed layer model of the Ligurian Sea. EGS-AGU Joint Assembly. April 06 - 11. Nice, France.
- C266. PAVIA E.G., DE MIRANDA A., SOMMERIA J., BARNIER B. (2003) Numerical and laboratory experiments of dense water overflows. EGS-AGU Joint Assembly. April 06 - 11. Nice, France.
- C267. PENDUFF T., BRASSEUR P., TESTUT C.E., BARNIER B., VERRON J. (2003) A four-year eddy-permitting assimilation of altimetric and sea-surface temperature data in the South Atlantic Ocean. EGS XXVIII th General Assembly. April. Nice, France.
- C268. TANAHARA S., CANDELA J., CREPON M., BARNIER B. (2003) A comparison between observations and numerical simulations in the Yucatan Channel. EGS-AGU Joint Assembly. April 06-11. Nice, France.
- C269. HAUET G., LESIEUR M. (2003) Large-Eddy Simulation of a compressible ribbed channel flow. 3rd International Symposium on Turbulent Shear Flows Phenomena. Sendai, Japan.
- C270. CHATELAIN A., DUCROS F., METAIS O. (2003) Large Eddy Simulation of conjugate heat transfer using wall-functions. Direct and Large-Eddy Simulation V, ERCOFTAC Workshop. Munich, Germany. , pp. 307-314.
- C271. DA SILVA C., BALARAC G., BEGOU P., METAIS O. (2003) Instabilities and transition in high velocity ratio coaxial jets : a numerical study. 3rd International Symposium on Turbulent Shear Flows Phenomena. June 24 - 27. Sendai, Japan. , vol. 3, pp. 1187-1192.
- C272. MAIDI M., LESIEUR M., HAUET G. (2003) Compressibility effect in a large-eddy simulation of a turbulent round jet. 3rd International Symposium on Turbulent Shear Flows Phenomena. Sendai, Japan.
- C273. HEBRARD J., SALINAS-VASQUEZ M., METAIS O.; (2003) Large-eddy simulation of the turbulent flow in ducts : study of heating and curvature effects. 3rd International Symposium on Turbulent Shear Flows Phenomena. June 24 - 27. Sendai, Japan. , vol. 2, pp. 639-643.
- C274. METAIS O. (2003) Large-Eddy Simulations of the heat exchanges in turbulent ducts, in Turbulence (Conf.invité). Heat and Mass Transfer 4. , pp. 25-35.
- C275. MUNCH C., METAIS O. (2003) Simulation des Grandes Echelles d'un écoulement en conduite carrée courbe. 16ème Congrès Française de Mécanique. September 1 - 5. Nice, France.
- C276. DA SILVA C.B., BALARAC G., BEGOU P., METAIS O. (2003) Simulacao numerica directa das instabilidades e transição em jactos coaxiais com razoes de velocidade elevadas. VII Congresso de Mecanica Aplicada e Computacional. Evora, Portugal.
- C277. HEBRARD J., METAIS O. (2003) Simulation des grandes échelles d'un écoulement turbulent dans une conduite présentant deux courbures successives. 16 Congrès Français de la Mécanique. September 1 - 5. Nice, France.
- C278. ALEMANY A. (2003) Influence of a magnetic field on the corrosion of a metallic wall by a liquid metal. Theoretical and experimental approaches. Institut Royal de Technologie. April 10. Stockholm - Sweeden.
- C279. TARDU S. (2003) Stability of microchannel-flow under the electric double layer effect. 3rd International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, TSFP3. June 25 - 27. Sendai, Japan.
- C280. DRAZEK L., DAVOUST L., LEGRAND J.-F. (2003) Modelling of a swirling flow taking into account interfacial rheology. 5th Euromech Fluid Mech. Congress. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C281. PHAM P., ACHARD J.-L., BERTHIER J., GINOT F. (2003) Modeling of the kinetics of capture of pathogens enhanced by a Marangoni flow. Nanotechnology Conference and Trade Show. February 23 - 27. San Fransisco, USA. , vol. 1, n. 23-27, pp. 202-205.

- C282. GEORGESCU S.-C., ACHARD J.-L. (2003) Profile singularities appearing during the quasi-steady formation of bubbles and drops at constant pressure. Numerical Methods in Fluid Mechanics and Fluent Applications (eds. I. Anton, R. Resiga, V. Sofonea, S. Bernad, S. Muntean), Editura Orizonturi Universitare. May 23. Timisoara, Romania. , pp. 113-120.
- C283. FUCHS O., ACHARD J.-L., FOUILLET Y. (2003) Electro-coalescence de micro-gouttes. 16ème Congrès Français de Mécanique. September 1 - 5. Nice, France.
- C284. PHAM P., ACHARD J.-L., MASSE PH., BERTHIER J. (2003) Modeling of a Marangoni flow inside a droplet at equilibrium with its vapor. Leti 4th Annual Review Conference. June. Grenoble, France.
- C285. PLOESTEANU C., MAITRE T., ACHARD J.-L. (2003) Darrieus turbine hydrodynamics. Global models & CFD calculations. 5th EUROMECH Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C286. TARDU S. (2003) Perspective of microchannel flow control by electric double layer effect. FLUCOME'03. August. Sorrento, Italy.
- C287. TARDU S., COLIN S., CAMON H., GUE A.M. (2003) Effets de l'interface électrocinétique dans les micro-canaux. Congrès français de Mécanique.
- C288. TARDU S. (2003) The electric double layer effect on the microchannel flow stability. 1st International Conference on Microchannels. April 24 - 25. Rochester, USA.
- C289. BOUILLON F., ROSSI L., TARDU S., THIBAUT J.P. (2003) Electromagnetic forcing of a seawater flow: experimental and numerical studies. Proc. 3rd International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena, TSFP3. June 25 - 27. Sendai, Japan. , pp. 531-536.
- C290. NIKLAS M., FAVRE-MARINET M. (2003) Pressure losses in a network of triangular microchannels. 1st International Conference on Microchannels and Minichannels. April 2003. , pp. 335 - 342-.
- C291. FAVRE-MARINET M., LE PERSON S., BEJAN A. (2003) Maximum heat transfer rate density in two-dimensional minichannels and microchannels. 1st International Conference on Microchannels and Minichannels. April 2003. Rochester, NY, USA. , pp. 765-772.
- C292. LE PERSON S., FAVRE-MARINET M. (2003) Des mini aux micro-canaux : Effets d'échelle sur les lois d'évolution des coefficients de frottement et d'échanges thermiques. Congrès Français de Thermique de la Société Française de Thermique. June. Vittel, France. , pp. 59-64.
- C293. BAVIERE R., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M., CHAINET E. (2003) Influence de l'état de surface sur les lois d'évolution des coefficients de frottement et de transferts thermiques dans des micro-canaux. Congrès Français de Thermique, de la Société Française des Thermiciens. June. Grenoble, France.
- C294. MICHEL F., TOCHON P., MARTY P. (2003) Numériques et comparaisons expérimentales de l'écoulement et des transferts de chaleur dans les ailettes des échangeurs thermiques compacts. Actes de la Conférence SFT. June. Grenoble, France. , pp. 163-168.
- C295. REBOUSSIN Y., FOURMIGUE J.F., MARTY P. (2003) Comportement thermo-aéroulrique des régénérateurs de four de verrerie : Approches numériques et comparaisons expérimentales. Actes de la Conférence SFT. June. Grenoble, France. , pp. 341-346.
- C296. VEJRAZKA J., TIHON J., MARTY P., SOBOLIK V. (2003) Champ de vitesse d'un jet impactant excité. Actes de la Conférence SFT. Juin. Grenoble, France. , pp. 151-156.
- C297. SARBOCH J., FAVRE-MARINET M. (2003) Unsteady Turbulent Flow with Adverse Pressure Gradient. 5th European Turbomachinery Conference. April. Prague.
- C298. NIKLAS M., FAVRE-MARINET M. (2003) Numerical modeling of laminar flow in microchannel system with triangular cross-section. 5th EUROMECH Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse.
- C299. VEJRAZKA J., MARTY P., SOBOLIK V. (2003) Measurement of temperature field using thermochromic liquid crystals. International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA'02. August 25 - 29. Praha, Czech Republic.
- C300. MICHEL F., TOCHON P., MARTY PH., LOPEZ-VELASCO J.B. (2003) Numerical simulations and experimental investigations of an offset strip fin compact heat exchanger. CMEM May . Greece.

- C301. LE PERSON S., FAVRE-MARINET M., BAVIERE R. (2003) Effets d'échelle dans les transferts monophasiques en micro-canaux. Journée SFT . March 13. Paris, France.
- C302. LINDQUIST C., ROSSI L., THIBAUT J.-P. (2003) Etude Expérimentale sur le Contrôle Electromagnétique de Structures en Epingle à Cheveux dans une Couche Limite. 16ème Congrès Français de Mécanique. Nice, France.
- C303. MICHEL F., TOCHON P., MARTY P. (2003) Numerical simulation of an offset strip fin compact heat exchanger and comparison to local measurements. Eurotherm 74 Conf. March. Eindhoven, The Netherlands.
- C304. VEJRAZKA J., MARTY P., TIHON J., SOBOLIK V. (2003) Response of an impinging jet to periodic flow excitation. Euromech 2003. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C305. AGOSTINI B., BIGOT J., BONTEMPS A., MARTY PH., THONON B. (2003) Influence du confinement sur l'ébullition en mini-canaux. Journée SFT. March 13. Paris, France.
- C306. COLASSON S., TIFFON S., MERCIER P., BONTEMPS A. (2003) Simulation of Corrugated plates Evaporator of a Refrigeration System : Choice of the Fluid and Charge Effects. Eurotherm 72 : Thermodynamic Heat and Mass Transfer of Refrigeration Machines and Heat Pumps. April 2. Valencia, Spain.
- C307. OLLIER E., DIVOUX C., MARGAIL J., ENOT T., ORTIZ L., SALHI M., BERRUYER P., GLIERES A., BONTEMPS A., LAPORTE M., BRUEL M. (2003) Electrostatically actuated micro-fluidic optical cross-connect switch. Optical MEMS. August. Hawaii, USA.
- C308. BONTEMPS A., AHMAD M., SALLEE H., QUENARD D., BUI VAN GA. (2003) Thermal properties measurements and computer simulation of thermal behaviour of gypsum wallboards containing a Phase Change Material (PCM). 1st International Conference on Sustainable energy and green architecture (SEGA). October 8 - 10. Bangkok, Thaïlande.
- C309. AHMAD M., VAN GA BUI., BONTEMPS A., SALLE H., QUENARD D. (2003) Caractérisation et comportement thermique de cloisons contenant un matériau à changement de phase. Congrès Français de Thermique, STF 2003. June 3 - 6. Grenoble, France.
- C310. LAPORTE M., AVELA F., BONTEMPS A., OLLIER E., FOUILLET Y. (2003) Mico-commutateur thermopneumatique pour matrice de brassage optique. Congrès Français de Thermique, SFT 2003. June 3 - 6. Grenoble, France .
- C311. AGOSTINI B., WATEL A., BONTEMPS A., THONON B. (2003) Caratérisation expérimentale de l'ébullition de fluide réfrigérant en convection forcée dans des mini-canaux. Congrès Français de Thermique, SFT 2003. June 3 - 6. Grenoble, France.
- C312. LAPORTE M., CONSTANCIAS C., BRUEL M., OLLIER E., SALHI M., MARGAIL J., ENOT T., DIVOUX C., BERRUYER P., BONTEMPS A. (2003) Etude de la structure élémentaire à commutation fluïdique et actionnement électromécanique d'une matrice de brassage optique. Journées Nationales d'Optique Guidée, JNOG 2003. September. Valence, France.
- C313. OLLIER E., LAPORTE M., BONTEMPS A., BRUEL M., SILLANS C. (2003) CROCO RNRT Project : Electrostatically actuated micro-fluidic optical cross-connect switch. Photonics is switching. September 28 - October 2. Versailles, France.
- C314. TARDU S. (2003) On the significance of the bursting frequency. 5th European Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C315. BOUILLON F., TARDU S., THIBAUT J.P. (2003) Simulation numérique du contrôle électromagnétique d'un écoulement en eau de mer. 16ème Congrès Français de Mécanique. September 1 - 5. Nice, France.
- C316. TARDU S. (2003) From edge detection to turbulent streaks. 3rd workshop on Physics in Signal and Image Processing. January 29 -31. Grenoble, France.
- C317. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., GAILITIS A. (2003) Influence des conditions aux limites électromagnétiques sur le seuil de l'instabilité dynamo. 16ème Congrès Français de Mécanique. France.
- C318. FLOR J.-B., BUSH J.W.M., UNGARISH M. (2003) Spin-up from rest in a stratified fluid. Fluxes and Structures in Fluids, IUGG2003. July. Sapporo, Japan.
- C319. MOULIN F., FLOR J.-B. (2003) Wave-vortex interactions in a rotating stratified fluid and transport through a dynamical barrier. Fluxes and Structures in Fluids, IUGG2003. July. Sapporo, Japan.
- C320. CARITEAU B., FLOR J.-B. (2003) Instability regimes of a columnar vortex in a stratified fluid. 5th Euromech Fluid Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.

- C321. ERMANYUK E.V., FLOR J.-B., JANIAUD B. (2003) Taylor-couette flow in a stratified fluid with pycnocline: flow structures and mixing. Fluxes and Structures in Fluids, IUGG2003. July. Sapporo, Japan.
- C322. FLOR J.-B., MOULIN F. (2003) On the spin-up by a rotating disk in a rotating stratified fluid. APS, DFD 56th Annual Meeting. November 23 - 25. East Rutherford.
- C323. FLOR J.-B., MOULIN F. (2003) Wave-vortex interactions in a rotating stratified fluid and induced mixing. APS, DFD 56th Annual Meeting. November 23 - 25. East Rutherford, NJ.
- C324. BRULFERT G., CHEMEL C., CHOLLET J.-P. (2003) Numerical simulation of air quality in Chamonix valley, impact of road traffic. 12th International Scientific Symposium Transport and Air Pollution (INRETS, TUG,NCAR) Best poster award. June 16 - 18. Avignon, France. , vol. 2, n. 92, pp. 39-44.
- C325. BRULFERT G., CHOLLET J.-P., CHEMEL C., KERBIRIOU M.-A. (2003) Numerical simulation of photochemical episodes in alpine valleys. NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. May 26 - 30. Istanbul, Turkey.
- C326. BRULFERT G., CHAXEL E., CHEMEL C., CHOLLET J.-P. (2003) Numerical simulation of air quality in Chamonix valley, use of different chemistry indicators. Assessment and policy at local, regional and global scales. 14th IUAPPA International Conference Air quality. October 6 - 10. Dubrovnik, Croatia. , pp. 661-667.
- C327. VOISIN B. (2003) Wave drag on a sphere in a stratified flow. 5th Euromech European Mechanics Conference. August 24 - 28. Toulouse, France.
- C328. STAQUET C., EDWARDS N.R. (2003) Interaction of inertia-gravity waves with a two-dimensional baroclinic shear flow. Congrès de la Société Européenne de Géophysiques. April 6 - 11. Nice, France.
- C329. KERBIRIOU M.A., STAQUET C., CHOLLET J.P. (2003) Transport and mixing of pollutants in a narrow alpine valley. XXIII General Assembly of the European Geophysical Society. April 6 - 11. Nice, France.
- C330. FLOR J.-B. (2003) Spin-up from rest of a stratified fluid. Ecole d Eté Geophysical Turbulence. April 13 - 18. La Londe, France.
- C331. FLOR J.-B. (2003) Dynamics of Monopolar Vortices on a Topographic Beta Plane (Invité par Prof. B. Galperin). Seminaire: Department of Marine Science, University of South Florida. September 6 .
- C332. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., GAILITIS A. (2003) Influence of electro-magnetic boundary conditions onto the onset of dynamo action in laboratory experiments. Mathematical aspects of natural dynamos. Caramulo, Portugal.
- C333. STAQUET C., EDWARDS N.R. (2003) Interaction of inertia-gravity waves with a baroclinic shear flow. IUGG (International Union of Geophysics and Geodesics. June 29 - July 12. Sapporo, Japan.
- C334. FRANC J.-P., REBATTET C., COULON A. (2003) An experimental investigation of thermal effects in a cavitating inducer. 5th International Symposium on Cavitation (CAV 2003). November 1 - 4. Osaka, Japan.
- C335. COUTIER-DELGOSHA O., PERRIN J., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2003) A numerical model to predict unsteady cavitating flow behaviour in inducer blade cascades. Proceedings of CAV 2003 Symposium. November. Osaka, Japan.
- C336. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2003) Numerical simulation of cavitating flow around a 2D hydrofoil : barotropic approach. Proceedings of CAV 2003 Symposium. November. Osaka, Japan.
- C337. REBATTET C., BONHOMME C., FRANC J.-P., RIONDET M. (2003) Investigation of thermodynamic effect in cavitating inducers. An experimental study on French university facilities. 4th International Conference on Launcher Technology, Space launcher liquid propulsion. December 3 - 6. Liege, Belgium.
- C338. PERRIN M., PELLONE C., FRANC J.-P. (2003) Modélisation des écoulements supercavitants. 9èmes Journées de l'Hydrodynamique. March 10 - 12. Poitiers, France. , pp. 75-86.
- C339. CHOFFAT T., FORTES-PATELLA R., FRANC J.-P., ARCHER A. (2003) A procedure to account for overlapping in pitting tests. 5th International Symposium on Cavitation (CAV 2003). November 1 - 4. Osaka, Japan.



- C340. PLOESTEANU C., MAITRE T. (2003) Dynamic stall modeling at moderate Reynolds number in a Darrieus turbine. Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'03), The 12th international Conference on Fluid Flow Technologies. September 3 - 6. Budapest, Hungary. , pp. 1206-1213.
- C341. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2003) Numerical simulation of cavitating flows in space pumps. MACSI-NET Workshop on . September. Bruxelles - Belgique.
- C342. PLOESTEANU C., TARZIU D., MAITRE T. (2003) Modélisation de l'écoulement dans une turbine Darrieus à nombre de Reynolds modéré. 9ème Journées de l'hydrodynamique. March 10 - 12. Poitiers, France.
- C343. AIT BOUZIAD Y., FARHAT M., GUENNOUN F., KUENY J.L., AVELLAN F. (2003) Physical modelling and simulation of leading edge cavitation, application to an industrial inducer. 5th International symposium on cavitation (CAV 2003). November 1 - 4. Osaka, Japan.
- C344. AGOSTINI B., WATEL B., BONTEMPS A., THONON B. (2003) Boiling heat transfer in mini-channels : influence of the hydraulic diameter. 21st International Congress of Refrigeration. August 17 - 23. Washington, USA.
- C345. ERMANYUK E.V., FLOR J.-B. (2003) Taylor-couette flow in a stratified fluid with pycnocline : flow structures and mixing. Fluxes and Structures in Fluids. 23 - 26 juin. St Petersburg, Russie. , 2 p.

## 2004

- C346. DECAMP S., SOMMERIA J. (2004) Comparison of experimental and numerical simulation of dense water overflows on a continental slope. General Assembly European Geoscience Union. April 25 - 30. Nice, France.
- C347. ORR A., CRESSWELL D., MARSHALL G., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., WANG C., LIGHT M. (2004) A low-level explanation for the recent large warming trend over the western Antarctic peninsula involving blocked winds and changes in zonal circulation. General Assembly European Geoscience Union. April 25 - 30. Nice, France.
- C348. ORR A., HUNT J.C.R., CRESSWELL D., OWINOH A., SOMMERIA J., LIGHT M. (2004) Oceanic and atmospheric jets and sea-ice interaction. General Assembly European Geoscience Union. 25-30 april. Nice, France.
- C349. ORR A., HUNT J.C.R., CRESSWELL D., OWINOH A., SOMMERIA J. (2004) Experimental investigation of Coriolis effects in meso-scale flows with sharp changes in surface conditions. General Assembly European Geoscience Union. April 25 - 30. Nice, France.
- C350. JOHNSON E., ESLER G., RUMP O., SOMMERIA J., VILENSKI G. (2004) Wave patterns in nonlinear rotating stratified flow past orography. General Assembly European Geoscience Union. April 25 - 30. Nice, France.
- C351. JOHNSON E., ESLER G., RUMP O., SOMMERIA J., VILENSKI G. (2004) Waves and vortices in coastal flows. Symposium "Mathematical modelling of the world's oceans". June 14 - 15. Univ. of East Anglia, Norwich.
- C352. ORR A., HUNT J.C.R., SOMMERIA J., WANG C., CRESSWELL D. (2004) Recent developments in the mesoscale modelling of coastal and detached wind jets. Conference on Extreme winds and developments in modelling of wind storms. September 15. Cranfield univ.
- C353. BOURRILHON T., THIBAUT J.-P. (2004) Tuyère à écoulements diphasiques: jet de brouillard pour la lutte contre l'incendie. Congrès Annuel de la Société Française de Thermique. 2004. Giens, France. , vol. 1, pp. 107-112.
- C354. LASHERMES B., BAUDET C., ABRY P., CHAINAIS P. (2004) Limitation of scaling exponents estimation in turbulence. 10th European Turbulence Conference. June 29 - July 2. Trondheim, Norway.
- C355. MAZELLIER N., POULAIN C., GAGNE Y., BAUDET C. (2004) Time-scale dynamics of the spatial Fourier vorticity modes in turbulence. 10th European Turbulence Conference. June 29 - July 2. Trondheim, Norway.
- C356. CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2004) Atomisation de gouttes. 1ère Journée du Groupe Régional Rhône-Alpes de l'AAAF. May 27. Lyon, France.

- C357. CARTELLIER A. (2004) Atomisation coaxiale : formation des gouttes et développement du brouillard. Séminaire du LMM. April 30. Université Pierre et Marie Curie, Paris, France.
- C358. BEN RAYANA F., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2004) Gas assisted atomization mechanisms and spray development. CD Proc. 5th ICMF. May 30 - June 4. Yokohama, Japan.
- C359. CARTELLIER A., SECHET P. (2004) Agitation and Microstructure in non-dilute homogeneous bubbly flows. CD Proc. 5th ICMF. May 30-June 4. Yokohama, Japan.
- C360. CARTELLIER A., BEN RAYANA F. (2004) Dispersed phase measurements in sprays using optical probes. CD Proc; 3rd International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation . September 22 - 24. Pisa, Italy.
- C361. THIBAUT J.-P. (2004) Experimental and Numerical Contribution to Sea water Electromagnetic Flow Control. International Workshop on Flow Control by Tailored Magnetic Fields: FLOWCOMAG. Dresden.
- C362. GAGNE Y., CASTAING B., BAUDET C., MALECOT Y. (2004) Reynolds Logsimilarity of third-order velocity structure functions. 10th European Turbulence Conference. June 29 - July 2. Trondheim, Norway.
- C363. ETIENNE J., SARAMITO P., HOPFINGER E.J. (2004) Two models for variable-density flows: numerical simulations and comparison with experiments. Non-linear problems in mechanics conference. May 24 - 26. Fès, Maroco.
- C364. ROYON A., HOPFINGER E.J., CARTELLIER A. (2004) Nonlinear wave motions in containers and wave breaking characteristics. 6th International Conference on Hydrodynamics. November 24 - 26. Perth, Western Australia. , pp. 555-561.
- C365. LISMONDE B. (2004) Fluctuation des températures et flux géothermique : le rôle du relief. 14ème rencontre d'octobre. , pp. 45-48.
- C366. LARROUDE P., CAMENEN B. (2004) 2DH and Multi1DH morphological model for medium term evolution of large scale features and norishment in the nearshore region: application to Trucvert and corniche beach (France) and barrosa beach (Spain). ICCE. Lisbonne, Portugal. , vol. 3, pp. 2659-2667.
- C367. LARROUDE P., CAMENEN B., LARSON M. (2004) Modelling the evolution of a Mediterranean beach to optimize norishment strategies: a numerical approach with a new general sediment transport formula. MARID. Twente, The Netherlands.
- C368. BONJEAN D., FORAY P., MICHALLET H. (2004) Occurrence of liquefaction in cyclic burial of a structure submitted to wave action and resting on the seabed (ed. Triantafillydis, Balkema Pub). Int. Conference on Cyclic Behavior of Soils, CBS 04 . Bochum, Germany. , pp. 389-398.
- C369. FORAY P., BONJEAN D., MICHALLET H. (2004) Influence of sand liquefaction on the self burial of a pipe submitted to wave action. Proc. XIVth ISOPE. Toulon, France. , vol. II, pp. 571-578.
- C370. BONJEAN D., FORAY P., PIEDRA-CUEVA I., MICHALLET H., BREUL P., HADDANI Y., MORY M., ABADIE S. (2004) Monitoring of the foundations of a coastal structure submitted to breaking waves: occurrence of momentary liquefaction. Proc. XIVth ISOPE. Toulon, France. , vol. II, pp. 585-592.
- C371. MORY M., MICHALLET H., ABADIE S., PIEDRA-CUEVA I., BONJEAN D., BREUL P., CASSEN M. (2004) Observations of momentary liquefaction caused by breaking waves around a coastal structure. Proc. 29th Int. Conference on Coastal Engineering. ICCE 2004, Lisbon, Portugal. , 11 p.
- C372. KAMALINEZHAD M., MICHALLET H., BARTHELEMY E. (2004) Equilibre morphologique de barres de déferlement: expériences. Proc. 8e Journées Génie Côtier - Génie Civil. Compiègne, France. , pp. 195-202.
- C373. CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2004) Modélisation de la houle sur une plage par la résolution en volumes finis des equations de Serre. VIIIème Journées nationales Génie Côtier-Génie Civil. Compiègne, France. , pp. 383-390.
- C374. CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2004) Roller modelling in the context of undertow prediction. International conference on coastal engineering 04. Lisbonne, Portugal.

- C375. BERLINE L., BRASSEUR P., BRANKART J.M., VERRON J. (2004) Impact of SSH, SST and SSS data assimilation in a coupled physical-biogeochemical model of the North Atlantic. 36rd Int. Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liège.
- C376. BIROL F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Sensitivity of ocean circulation prediction systems to mean dynamic topography products. AGU Ocean Science Meeting. January, Portland USA.
- C377. BRASSEUR P., VERRON J. (2004) A singular evolutive extended Kalman filter for data assimilation in marine environment monitoring and prediction systems. 36rd Int.Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liège Belgique.
- C378. BRASSEUR P. (2004) A singular evolutive extended Kalman filter for data assimilation in marine environment monitoring and prediction systems. GODAE International Summer School : An Integrated View of Oceanography. September. La Londe Les Maures.
- C379. CHANUT J., BARNIER B., DEBREU L., BLAYO E. (2004) Sources of eddy variability in the Labrador Sea. Ocean Science Meeting. January. Portland USA.
- C380. FERRY N., REMY E., BRASSEUR P., DE MEY P. (2004) The MERCATOR global ocean operational forecasting systems : first evaluation. 36rd Int.Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liège Belgique.
- C381. ROZIER D., BIROL F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Multivariate data assimilation into HYCOM using the SEEK filter : impact studies. 11th Layered Ocean Model meeting. February. Miami USA.
- C382. TESTUT C.E., TRANCHANT B., BRASSEUR P., DE MEY P. (2004) Recent developments of the MERCATOR Assimilation System (SAM) : towards the SEEK filter. 36rd Int.Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. May. Liège Belgique.
- C383. CHANUT J., BARNIER B., DEBREU L., BLAYO E. (2004) Eddy-induced restratification in the Labrador Sea. EGU 1st General Assembly. April 26 - 30. Nice France. , vol. 6, n. 06516.
- C384. BERLINE L., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Impact of SSH, SST and SSS data assimilation in a coupled physical-biogeochemical model of the north Atlantic. 1st EGU General Assembly. April. Nice France.
- C385. BRASSEUR P. (2004) Sequential data assimilation methods : from theoretical aspects to operational implementations.. 2nd ENVISAT International Summer School, ESA-ESRIN. August. Frascati, Italy
- C386. BRASSEUR P. (2004) Sequential methods based on the Kalman filter for ocean data assimilation. GODAE International Summer School : An Integrated View of Oceanography. September. La Londe Les Maures.
- C387. OURMIERES Y., CASTRUCCIO F., BRANKART J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2004) Incremental analysis update implementation to an intermittent data assimilation system for ocean general circulation models.. 2nd EGU General Assembly. April . Vienne, Autriche.
- C388. TESTUT C.E., TRANCHANT B., BRASSEUR P., DE MEY P. (2004) Recent developments of the Mercator assimilation system (SAM) : Towards the SEEK filter.. 1st EGU General Assembly. April. Nice France.
- C389. HALL N., BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variation of Gulf Stream heat transport in a high-resolution model forced by reanalysis data.. CLIVAR Workshop on North Atlantic thermohaline circulation variability. September. Kiel Germany.
- C390. PENDUFF T., BARNIER B., TREGUIER A.M., B&Ouml;NING C., MADEC G., GULEV S. (2004) DRAKKAR : Realistic ice-ocean models to support space oceanography. CNES-NASA ocean surface topography science team meeting. November 4 - 6. St Petersburg, Floride, USA.
- C391. PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M. (2004) Validation of a 1980-2000 high-resolution atlantic ocean simulation against the WOCE current meter dataset : method and first results.. 1st international CLIVAR science conference. July. Baltimore USA.
- C392. TREGUIER A.M., PENDUFF T., CHASSIGNET E., TALLEY L.D. (2004) Modelling the North Atlantic ocean subpolar gyre.. 1st international CLIVAR science conference. July. Baltimore USA.
- C393. TREGUIER A.M., MERCIER H., PENDUFF T., MOLINES J.M. (2004) Interannual variability of water mass transports between Greenland and Portugal in a 1/6° model of

- the Atlantic.. CLIVAR Workshop on North Atlantic thermohaline circulation variability. September. Kiel Germany.
- C394. MUNCH C., HEBRARD J., METAIS O. (2004) Large Eddy Simulations of turbulent flow in curved and s-shape ducts.. Direct and Large-Eddy Simulation V, ERCOFTAC Workshop. August 2003. Munich, Germany. , pp. 527-536.
- C395. MUNCH C., METAIS O. (2004) Turbulence dans les canaux de refroidissement des moteurs de fusée : Simulation des Grandes Echelles.. Journées CNES Jeunes Chercheurs. Toulouse, France.
- C396. BALARAC G., METAIS O. (2004) Coherent vortices in coaxial jets.. ETC 10. Trondheim, Norway. H.I. Anderson and P.A. Krogstad (eds), CIMNE/Barcelona Publishers. , pp. 149-152.
- C397. AL RADI M., COGNET G. (2004) Analysis of mass transfer and instability at a liquid/liquid interface. 5th International Conference on Multiphase Flow, ICMF O4. May 30 - June 04. Yokohama - Japan.
- C398. AL RADI M., COGNET G. (2004) Analysis of mass transfer at liquid/liquid interface by electro-diffusion method. COST F2, Concluding Symposium on electrochemical sensors for flow measurements and microfluidics. July. Poitiers - France.
- C399. COGNET G. (2004) Eléments de prospective énergétique pour le 21ème siècle. Colloque Energie du CNRS. November 22 - 24. Cogema-La Hague/Cherbourg - France.
- C400. ALEMANY A. (2004) Magnetic field control of electrochemical processes. July 28. Tokyo Metropolitan University - Japan.
- C401. KHARICHA A., ALEMANY A. (2004) Corrosion process in strong magnetic field (Conf.Invité). Conference on the history of magnetohydrodynamics. May 26 - 28. Conventry University, UK.
- C402. ALEMANY A., OLIVAS P., BARK F. (2004) Electromagnetic control of electroplating of a cylinder by low frequency magnetic field. Electrochemical Flow Measurements and Microfluidics . July 3. Poitiers, France.
- C403. TARДУ S. (2004) Early transition in microchannels under EDL effect (Proceedings of SPIE Vol. 5345). SPIE Int. Symposium Micromachining. January 26 - 27. San José, USA.
- C404. DAVOUST L., SHURTZ A., DRAZEK L. (2004) Modelling of the interfacial flow due to the presence of a 2-D crystalline patch of protein at a liquid interface. 14th International Conference on Crystal Growth. Grenoble, France.
- C405. DAVOUST L. (2004) On the development of a new DNA biochip. Séminaire invité, Université Nationale de Taiwan (NTU), Mechanical Engineering Department. Taipei, Taiwan.
- C406. DAVOUST L., PICARD C. (2004) Ageing of a gas/liquid interface elongated by standing waves. 18th Conference on the European Colloid & Interface Society. Almeria, Spain.
- C407. PICARD C., DAVOUST L. (2004) Optical investigation of a wavy ageing interface. 18th Conference of the European Colloid & Interface Society. Almeria, Spain.
- C408. PICARD C., DAVOUST L. (2004) Ageing of a wavy interface: modelling and optical recognition. 1st Indo-French Workshop in Nanosciences and Nanotechnologies. october 25 - 27. Bangalore, Inde.
- C409. ROUX J.-M., FOUILLET Y., ACHARD J.-L. (2004) Handling droplets in 3 dimensions for Lab-on-Chip applications. MTAS Malmoe. September 26 - 30. Sweden.
- C410. TARДУ S. (2004) The effect of electrostatic double layer on the development of a turbulent spot. Advances in Turbulence X, CIMNE, ISBN 84-95999-55-2. , pp. 813-.
- C411. TARДУ S. (2004) By-pass transition in microchannels under EDL effect. IEEE Proceedings, 2004 International Conference on MEMS, NANO and Smart Systems (ICMENS). August 25 - 27. Banff, Alberta, Canada. , pp. 393-400.
- C412. TARДУ S., NACEREDDINE R. (2004) By-pass transition dans les micro-canaux sous l'influence de la double couche électrique. 2ème Congrès Français de Microfluidique. December 14 -16. Toulouse, France.
- C413. TARДУ S. (2004) Transition thresholds in microchannels under the EDL effect. ICTAM04. August 15 - 21. Warsaw, Poland.
- C414. KUROIWA T., VINET F., VAUCHIER C., YASUHIRO G., ISHIKAWA N., OBARA D., SOUCEMARIANADIN A. (2004) A DNA Chip based on In-situ Synthesis Technology

utilizing Polymer as a Masking Material. 10th International Congress on Chemical Sensors. July. Tsukuba, Japan.

- C415. VADILLO D., DESIE G., SOUCEMARIANADIN A. (2004) Spreading behavior of single and multiple drops. Proc. 21st International Congress on Theoretical and Applied Mechanics. August 15 - 21. Warsaw, Poland.
- C416. DESIE G., VADILLO D., SOUCEMARIANADIN A. (2004) Multi-color printing. Proc. IS & T's Twentieth International Congress on Advance in Non-Impact Printing Technologies. October. Salt Lake City, USA.
- C417. TSAMADOS D.M., MEUNIER D., BOUSSEY M. LAGROUCHE M., TARDU S. (2004) Wall shear stress and pressure sensors development for active flow control. Proceedings of SPIE, Vol. 5342. SPIE Int. Symposium Micromachining and Microfabrication. January 26 - 27. San José, USA.
- C418. GAMRAT G., FAVRE-MARINET M., ASENDRYCH D. (2004) Numerical modelling of heat transfer in rectangular microchannels. 2nd International Conference on Microchannels and Minichannels. June. Rochester. , pp. 205-212.
- C419. BAVIERE R., AYELA F., LE PERSON S., FAVRE-MARINET M., ASENDRYCH D. (2004) An experimental study of water flow in smooth and rectangular microchannels. 2nd International Conference on Microchannels and Minichannels. June. Rochester. , pp. 221-228.
- C420. JULIEN SAINT AMAN F., PERRIN B., GOODING R., HUOVINEN A., ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M. (2004) Optimisation of Screen Plate Design for the Removal of Stickies in Deinking Pulps. 11th PTS-CTP Deinking Symposium. Laipzig.
- C421. BOUILLON F., LINDQUIST C., TARDU S., THIBAUT J.-P. (2004) Numerical and Experimental Simulations of Seawater Electromagnetic Flow Control. Advances in Turbulence X, CIMNE, ISBN 84-95999-55-2. , pp. 593-596.
- C422. BOUILLON F., TARDU S., THIBAUT (2004) Numerical Simulations of Seawater Electromagnetic Flow Control. 13th European Drag Reduction Meeting. Aussois, France.
- C423. LINDQUIST C., THIBAUT J.-P. (2004) Experiments in Seawater Electromagnetic Flow Control. 13th European Drag Reduction Meeting. Aussois, France.
- C424. THIBAUT J.-P. (2004) Experimental and Numerical Contribution to Seawater Electromagnetic Flow Control. International Workshop on Flow Control by Tailored Magnetic Fields: FLOWCOMAG. Dresden, Germany.
- C425. TARDU S., DOCHE O. (2004) Active control of near wall turbulence by a localized blowing periodical and dissymmetric in time. Advances in Turbulence X, CIMNE, ISBN 84-95999-55-2. , pp. 729-732.
- C426. TARDU S., DOCHE O. (2004) Response of the near wall turbulence to localized unsteady blowing periodical and dissymmetric in time. ICTAM04. August 15 - 21. Warsaw, Poland.
- C427. DOCHE O., TARDU S. (2004) Diminution de la traînée par injection localisée instationnaire et dissymétrique en temps. 39ème Colloque d'Aérodynamique Appliquée. March 22 - 24. Paris, France.
- C428. LAGHROUCHE M., MEUNIER D., BOUSSEY J., TARDU S. (2004) A microcontroller based wall shear stress measurements. ISIE2004, IEEE International Symposium on Industrial Electronics. May 4 - 7. Ajaccio, France.
- C429. BEAUGEOIS O., CLEMENT P., THONON B., BONTEMPS A. (2004) Etude expérimentale de la condensation d'hydrocarbures à l'intérieur d'un tube horizontal. Influence de la nature du fluide et de la surface interne.. Journée SFT, Thermodynamique et transferts en condensation.. March 17. Paris, France.
- C430. AHMAD M., CHAMBOULEYRON P., BONTEMPS A., SALLE H., QUENARD D. (2004) Etude expérimentale de la réponse en température de parois contenant un matériau à changement de phase.. Congrès Français de Thermique, SFT 2004. May 25 - 28. Giens, France.
- C431. BONTEMPS A. (2004) Measurements of single-phase pressure drop and heat transfer coefficient in micro and minichannels.. ASI - NATO School. July 18 - 30. Izmir, Turquie.
- C432. BONTEMPS A., AGOSTINI B., CANEY N. (2004) Flow boiling in minichannels.. ASI - NATO School. July 18 - 30. Izmir, Turquie.

- C433. BEAUGEOIS O., THONON B., BONTEMPS A. (2004) Condensation of pure butane and propane and a 44/56% mixture in plain and micro-finned tubes.. 6th IIR Gustave Lorentzen Conference. August 29 - September 1. Glasgow, UK.
- C434. BRUCH A., COLASSON S., BONTEMPS A., FOURMIGUE J.F. (2004) CFD approach of supercritical carbon dioxide flow in a vertical tube - Comparison of upward and downward flows.. 6th IIR Gustave Lorentzen Conference. August 29 - September 1. Glasgow, UK.
- C435. AHMAD M., BONTEMPS A., SALLE H., QUENARD D. (2004) Etude thermique d'une cellule test à paroi couplant matériau à changement de phase et super-isolant.. "Innover pour durer, l'avancée matériau". December 8. Chambéry, France.
- C436. QUENARD D., AHMAD M., SALLE H., BONTEMPS A. (2004) Nouveaux composants pour la gestion énergétique de l'enveloppe légère des bâtiments. Couplage matériaux à changement de phase, super isolation, apport solaire. Journée Enveloppe du Bâtiment. March 11. Paris, France .
- C437. MOULIN F.Y., FLOR J.-B. (2004) Interactions of planar waves with a baroclinic vortex in a rotating stratified fluid. XXI ICTAM 15-21 August 2004 Warsaw, Pologne. August 15 - 21. Warsaw, Poland.
- C438. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2004) Mean electromotive force for a ring of helical vortices. 21 ème congrès ICTAM. Varsovie, Pologne.
- C439. THIBAUT J.-P. (2004) Investigation of Wall-Normal Electromagnetic Flow Control. Introductory Lecture, 13th European Drag Reduction Meeting. Aussois, France.
- C440. GUYEZ E., FLOR J.-B. (2004) Mixing of a two-layer fluid by a Taylor-Couette flow. 1st General Assembly. April 25 - 30. Nice, France.
- C441. CARITEAU B., FLOR J.-B., DRITSCHEL D. (2004) Vortex interactions in rotating stratified fluids. Euromech 448. September 6 - 10. ESPCI Paris, France.
- C442. EAMES I.E., GILBERTSON M., FLOR J.-B., ROIG V. (2004) Lagrangian aspects of multiphase and multibody flows. IUTAM symposium on Computational Approaches to Disperse Multiphase Flow. October 4 - 7. Illinois, USA. , 10 p.
- C443. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2004) Mean electromotive force produced by a ring of helical vortices. Euromech Colloquium 448. Paris, France .
- C444. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2004) Mean e.m.f. produced by a ring of stationary helical vortices. Case of a z-independent fields. UK MHD Day. May. Nice, France.
- C445. STAQUET C., EDWARDS N.R. (2004) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. Symposium on ocean mixing. October 11 - 14. Victoria, Canada.
- C446. STAQUET C., EDWARDS N.R. (2004) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. EGU (European Geophysical Union) General Assembly. April 26 - 30. Nice, France.
- C447. BOURUET-AUBERTOT P., STAQUET C. (2004) Mixing by internal gravity waves. Symposium on ocean mixing. October 11 -14. Victoria, Canada.
- C448. GERKEMA C., STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P. (2004) Nonlinear effects in internal tide beams and mixing. Symposium on ocean mixing. October 11 - 14. Victoria, Canada.
- C449. STAQUET C., EDWARDS N.R. (2004) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. (Organisateur: V.Shrira). Congrès ICTAM, session FM26 . August 15 - 21. Varsovie, Pologne.
- C450. CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHEMEL C., CHAXEL E. (2004) Modelling photochemistry in alpine valleys. European Geophysical Society. April 25 - 30. Nice, France. , vol. 6.
- C451. CHAXEL E., BRULFERT G., CHEMEL C., CHOLLET J.-P. (2004) Simulation of air quality in Chamonix valley (France): impact of the road traffic of the tunnel on ozone production. 9th international conference Harmonisation within Atmospheric dispersion modeling for regulatory purposes. June 01 - 04. Garmisch-Partenkirchen - Germany. , vol. 2, pp. 235-239.
- C452. CHEMEL C., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHAXEL E. (2004) Evolution of convective boundary layer in deep valley for air quality modeling. 11th Conference on Mountain Meteorology and the Annual Mesoscale Alpine Programm (MAP). June 21 -25. Mount Washington Valley.

- C453. CHEMEL C., CHOLLET J.-P., CHAXEL E., BRULFERT G. (2004) Numerical simulation of atmosphere in alpine valleys, scalar transport and mixing. 10th Euromech European Turbulence Conference. June 29 - July 2. Trondheim, Norway.
- C454. CHEMEL C., CHOLLET J.-P., BRULFERT G., CHAXEL E. (2004) Evolution of the daytime atmospheric boundary layer structure in a deep Alpine valley. 16th Symposium on boundary layers and turbulence. August 9 - 13. Portland.
- C455. BRULFERT G., CHOLLET J.-P., CHEMEL C., CHAXEL E. (2004) High resolution air modelling in a deep valley: analyse of chemical indicators for management of road traffic. 13th World Clean Air and Environmental Protection Congress Exhibition. August 17 - 22. London, UK.
- C456. ROUVIERE A., BRULFERT G., CHEMEL C., JACOB V., BAUSSAND P., CHOLLET J.-P. (2004) Volatile organic compounds in the atmosphere of deep narrow alpine valleys: measurement and numerical modelling. 9th FECS Conference on Chemistry and the Environment, 2nd SFC meeting on Environmental Chemistry. August 29 - September 1. Bordeaux, France.
- C457. CHAXEL E., BRULFERT G., CHEMEL C., CHOLLET J.-P. (2004) Evaluation of local ozone production of Chamonix valley (France) during a regional smog episode. 27th NATO/CCSM International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. October 25 - 29. Banff, Canada.
- C458. BRULFERT G., CHOLLET J.-P., CHEMEL C., CHAXEL E. (2004) Modélisation de la pollution atmosphérique dans les vallées alpines. 2ème Journée Interdisciplinaire sur la Qualité de l'Air. January 29. Villeneuve d'Ascq, France.
- C459. PLUNIAN F., STEPANOV R. (2004) Investigation of dynamo action in the small Pm limit using a MHD shell model. Program on Stella Dynamos. Workshop on Stella interiors. December. Cambridge, UK.
- C460. AVALOS-ZUNIGA R., PLUNIAN F., RADLER K.H. (2004) Calculation of the mean electromotive force produced by a ring of helical vortices. Case of a z-independent fields. Meeting of turbulent dynamos. Paris, France.
- C461. GERKEMA T., STAQUET C., BOURUET-AUBERTOT P. (2004) Nonlinear effects in internal tide beams and mixing. EGU (European Geophysical Union) General Assembly. April 26 - 30. Nice, France.
- C462. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L. (2004) Unsteady Cavitating Flows in Turbomachinery: Comparison of Two Numerical Models and Applications (Conf.invité). Proceedings of ECCOMAS2004 Symposium. July. Finland.
- C463. FORTES-PATELLA R., REBOUD J.-L., BRIANCON-MARJOLLET L. (2004) A Phenomenological and numerical model for scaling the flow aggressiveness in cavitation erosion. Cavitation Erosion Workshop. May. Val de Reuil - France.
- C464. PLOESTEANU C., MAITRE T. (2004) Analyse des courants marins sur quelques sites en vue d'une exploitation hydroélectrique. Congrès sur les Energies Renouvelables en Mer. October 20 - 21. Brest, France.
- C465. GUITTET L., KUSULJA M., MAITRE T. (2004) Mise en place d'un moyen d'essais pour les hydroliennes. Congrès "Sea-Tech-Week" sur les Energies Renouvelables en Mer. October 20 - 21. Brest, France.
- C466. KUENY J.L., DEMEULENAERE A., LESTRIEZ R., HIRSCH CH. (2004) Optimal design of a small hydraulic turbine. 22nd IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. June 29 - July 2. Stockholm, Sweden.
- C467. DEBEISSAT F., MAZZOUJI F., COUSTON M., FERRANDO L., KUENY J.L. (2004) Multicriteria optimisation : viscous fluid analysis - mechanical analysis. 22nd IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. June 29 - July 2. Stockholm, Sweden.
- C468. AIT BOUZIAD Y., FARHAT M., KUENY J.L., MIYAGAWA K. (2004) Experimental and numerical cavitation flow analysis of an industrial inducer. 22nd IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. June 29 - July 2. Stockholm, Sweden.

## 2005

- C469. SOMMERIA J., DECAMP S. (2005) Turbulent mixing and entrainment in density driven gravity currents. Workshop on Interdisciplinary aspects on turbulence. April 18 -22. Ringberg Castle, Germany.
- C470. SOMMERIA J., DELERCE G., THIVOLLE-CAZAT E., DIDELLE H., VIBOUD S. (2005) Estimation in-situ des erreurs de PIV. Colloque FLUVISU 11. June 7 - 9 . Lyon, France.
- C471. DELERCE G., SOMMERIA J., DIDELLE H., VIBOUD S. (2005) Vélométrie par imagerie de particules 3 dimensions 3 composantes. Colloque FLUVISU 11. June 7 - 9. Lyon, France.
- C472. DECAMP S., SOMMERIA J., DELERCE G., DIDELLE H., VIBOUD S. (2005) PIV appliquée aux courants de gravité turbulents. Colloque FLUVISU 11. June 7 - 9. Lyon, France.
- C473. BAUMBACH V., HOPFINGER E., CARTELLIER A., BONNEL F. (2005) Geyser formation and degassing. 3rd COMPERE Days. April 4 - 5. Toulouse, France.
- C474. ROYON-LEBEAUD A., HOPFINGER E., CARTELLIER A. (2005) Fundamental aspects of smoshing in cylindrical containers.. 3rd COMPERE Days. April 4 - 5. Toulouse, France.
- C475. LEMAITRE-AUGER P., GLUCK S., BUCCI D., CARTELLIER A., BENECH P. (2005) Focusing integrated mirrors realized by silver ion-exchange : application to laser Doppler velocimeter with ultra-high spatial resolution.. Photonics West, SPIE. January 22 - 27. San Jose, California, USA.
- C476. HONG M., CARTELLIER A., HOPFINGER E., MATAS J.PH. (2005) Spray developpment in the near field of two-phase coaxial injectors.. 11th Workshop on two-phase flow predictions. April 5 - 8. Halle-Wittenber, Merseburg, Germany.
- C477. LEMAITRE-AUGER P., GLUCK S., CARTELLIER A., BENECH P. (2005) Velocimètre laser doppler intégré sur verre ultra-résolu pour la mesure de vitesse et de frottement en région pariétale.. FLUVISU 11. June 7 - 9. Ecole Centrale de Lyon, France.
- C478. BEN RAYANA F., CARTELLIER A., HOPFINGER E. (2005) Atomisation primaire en injection diphasique assistée : rôle de la géométrie.. Congrès Français de Mécanique. August 29 - September 2. Troyes, France.
- C479. ETIENNE J., HOPFINGER E.J., SARAMITO P. (2005) Simulations numériques à haute résolution d'écoulements gravitaires à fortes variations de densité. 17ème Congrès Français de Mécanique, CFM 2005. August 29 - September 2. Troyes, Toulouse.
- C480. MAZELLIER N., POULAIN C., BAUDET CH., GAGNE Y. (2005) Statistiques spatio-temporelles des modes de Fourier spatiaux de la vorticité en turbulence. XVIIème Congrès Français de Mécanique 5CFM 2005). August 29 - September 2. Troyes, France.
- C481. GERVAIS PH., GAGNE Y., BAUDET CH. (2005) Mesure acoustique de vitesse Lagrangienne dans un jet d'air turbulent. XVIIème Congrès Français de Mécanique (CFM 2005). August 29 - September 2. Troyes, France.
- C482. MAZELLIER N., POULAIN C., BAUDET CH., GAGNE Y. (2005) Time-scale dynamics of the spatial Fourier vorticity modes in turbulence. IVth International conference on physics in signal & image processing (PSIP 2005). January 21 - February 2. Toulouse, France.
- C483. GERVAIS PH., GAGNE Y., BAUDET CH. (2005) Lagrangian velocity measurements in a turbulent aire jet. IVth International conference on physics in signal & image processing (PSIP 2005). January 31 - February 2 . Toulouse, France.
- C484. BAUDET CH. (2005) Statistical intermency : why turbulent signals are so complex (Invited plenary lecture). Vth International conference on physics in signal & image processing (PSIP 2005). January 31 - February 2. Toulouse, France.
- C485. ANTHONY P., GEINDREAU C., SECHET P., MARTINS J. (2005) Biofilm growth in porous media : derivation of a macroscopic model from the physics at the pore scale via homogenization. Congress on biotechniques for air pollution control. October 5 - 7. La Coruna, Spain.
- C486. MICHALLET H., BARBIER-NEYRET J.-P., MORY M., PIEDRA-CUEVA I. (2005) An optical system for monitoring seabed evolutions at a coastal structure. 5th Int. Conf. on Coastal Dynamics. April 4 - 8. Barcelona, Spain. , 13 p.
- C487. PIEDRA-CUEVA I., MICHALLET H., MORY M. (2005) Wavelet analysis of pressure measurements near a coastal structure. 5th Int. Symp. on Ocean Wave Measurement and Analysis . July 3 - 7. Madrid, Spain. , 11 p.



- C488. CIENFUEGOS R., BARTHELEMY E., BONNETON PH. (2005) A new wave-breaking parametrization for Boussinesq-type equations. 5th International symposium on ocean wave measurement and analysis (Waves 2005). Madrid, Spain.
- C489. SOTTOLICHIO A., HURTHUR D., MICHALLET H., GRATIOT N., BRETEL P. (2005) Turbulence measurements in fluid mud layers of a macrotidal estuary. Conference on Physics of Estuaries and Coastal Seas.
- C490. RAYNAUD O., DUPUIS H., HURTHUR D., BONNETON P., SENECHAL N., CHAPELAIN G. (2005) Turbulence in the surf zone using two acoustic Doppler velocimeters. Coastal dynamics 05. Barcelona, Spain.
- C491. BARNIER B., CHANUT J., DEBREU L., BLAYO E. (2005) Sources of eddy variability in the Labrador Sea. Ocean Science Meeting. January 26 - 30. Portland, USA.
- C492. BERLINE L., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Assimilation of satellite data in a coupled physical-biogeochemical model of the north Atlantic at eddy-permitting resolution.. International Symposium on advances in marine ecosystem modelling research. July. Plymouth .
- C493. BIROL F., BRANKART J.M., LEMOINE J.M., BRASSEUR P., VERRON J. (2005) Impact of the new GRACE geoid estimate on ocean data assimilation.. 2nd EGU General Assembly. April. Vienne Autriche.
- C494. BRASSEUR P., VERRON J. (2005) A singular evolutive extended Kalman filter for data assimilation in marine monitoring and prediction.. Colloquium in honour and in memory of Christian Le Provost. March. Toulouse, France.
- C495. TESTUT C.E., TRANCHANT B., BIROL F., FERRY N., BRASSEUR P. (2005) SAM2 : The second generation of MERCATOR assimilation system.. 4th EuroGOOS Conference. Juin. Brest, France.
- C496. BARNIER B., PENDUFF T., MOLINES J.M., LE SOMMER J. (2005) Recent progress in modelling the global ocean/sea-ice circulation at eddy-permitting resolution.. EGU General Assembly. April. Vienne, Autriche.
- C497. HERVIEUX G., PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M. (2005) Sensitivity of subpolar boundary currents to ocean model parameters.. EGU General Assembly. April. Vienne, Autriche.
- C498. PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M., TREGUIER A.M., MADEC G. (2005) Sensitivity studies in the global ocean/sea-ice DRAKKAR model.. EGU General Assembly. April. Vienne, Autriche.
- C499. PENDUFF T., AND THE DRAKKAR GROUP (2005) Development and improvement of a global ice-ocean model.. 2nd MERSEA annual meeting. March. Toulouse, France.
- C500. PENDUFF T., BARNIER B., LE SOMMER J., MADEC G., MOLINES J.M., THEETTEN S., TREGUIER A.M. (2005) The DRAKKAR global ocean model for MERSEA. 2nd MERSEA annual meeting. March. Toulouse, France.
- C501. MUNCH C., METAIS O. (2005) Large Eddy Simulation of the turbulent flow in heated curved ducts: influence of the Reynolds number. Fourth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena. June 27 - 29. Williamsburg, VA USA. , vol. 3, pp. 977-982.
- C502. BALARAC G., SI-AMEUR M., LESIEUR M., METAIS O. (2005) Mélange dans les jets coaxiaux : simulations instationnaires. Colloque d'Aérodynamique appliquée . March 21 - 23. Toulouse, France.
- C503. METAIS O. (2005) New trends in numerical simulation of tubulent flows.(Conf. invité). 16th International Conference on Computer Methods in Mechanics, CIMM-2005. June 21 - 24.
- C504. LESIEUR M. (2005) Turbulence and large-eddy simulations. ICTAM 2004 Sectional lecture. Varsovie, Pologne.
- C505. BALARAC G., SI-AMEUR M., METAIS O., LESIEUR M. (2005) Large-eddy simulation of coaxial jets : coherent structures and mixing properties. ERCOFTAC Workshop - Direct and large-eddy simulation VI . September 12 - 14. Poitiers, France.
- C506. LESIEUR M. (2005) Progrès récents en simulation numérique de la turbulence. Conférence plénière d'introduction. Congrès Français de Mécanique (SFT 2005). August 29 - September 2. Troyes, France.

- C507. BALARAC G., SI-AMEUR M., LESIEUR M., METAIS O. (2005) Direct numerical simulations of coaxial jets mixing properties. 4th Turbulent shear flow phenomena. June 27 - 29. Williamsburg, USA.
- C508. ALEMANY A., VOGIN C. (2005) Conducting walls MHD alternate generator at moderate magnetic Reynolds number. 15th Riga and 6th PAMIR MHD Conference on Applied and Fundamental MHD. June 27 - July 1. Jurmala, Latvia, Lettonie. , vol. 1, pp. 267-270.
- C509. ALEMANY A., VOGIN C., HASAN G., ALRADI M. (2005) End effects and efficiency in a non coupled MHD alternate flow. 15th Riga and 6th PAMIR MHD Conference on Applied and Fundamental MHD. June 27 - July 1. Jurmala, Latvia, Lettonie. , vol. 1, pp. 277-280.
- C510. ALEMANY A. (2005) Influence d'un champ magnétique sur la corrosion d'une paroi métallique par l'eutectique plomb lithium - Keynote lecture. 15th Riga and 6th PAMIR MHD Conference on Applied and Fundamental MHD. June 27 - July 1. Jurmala, Latvia, Lettonie.
- C511. COGNET G. (2005) Métrologie en Mécanique des Fluides : les piles à combustible, la problématique des phénomènes de transfert. CFT'05. April 29 - 30. Monastir - Tunisie.
- C512. AL RADI M., HASSAN A., COGNET G. (2005) Visualisation d'une instabilité d'interface liquide/liquide. Transition de l'ordre au chaos.. FLUVISU 11. June 7 - 9. Lyon - France.
- C513. AL RADI M., COGNET G. (2005) Instability and transfer at liquid / liquid metal interface submitted or not to the action of a magnetic field.. 15th Riga and 6th PAMIR Conference on fundamental and Applied MHD magneto-electrolysis. June 27, July 1 . Riga - Lettonie. , n. Part II, pp. 167-170.
- C514. DELATTRE C., VADILLO D., SOUCEMARIANADIN A. (2005) Formation of polymer films during DNA synthesis. Colloque EUROMECH 472, Microfluidics and Transfer. September 6 - 8. Grenoble, France.
- C515. VADILLO D., GRENOUILLAT E., DESIE G., SOUCEMARIANADIN A. (2005) Etalement de gouttes sur différents substrats: application au jet d'encre. June. Lyon, France.
- C516. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) By-pass sub-critical transition under slight EDL effect. Euromech 472 Microfluidics. September 6 - 8. Grenoble, France.
- C517. GALBRUN E., GLIERE A., ACHARD J.L. (2005) Mélange et hybridation dans les biopuces. 17ème Congrès Français de Mécanique (CFM 2005). August 29 - September 2. Troyes, France.
- C518. GALBRUN E., GLIERE A., ACHARD J.L. (2005) Use of magnetohydrodynamics to achieve efficient stirring in biochips. Euromech Colloquium 472 on Microfluidics and Transfer. September 6 - 8. Grenoble, France.
- C519. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) On a new by-pass transition mechanism in wall bounded flows. Fourth Int. Symp. on Turbulence Shear Flow Phenomena. June 27 - 29. Virginia, USA.
- C520. TARDU S. (2005) Double couche électrique et instabilité by-pass. Congrès Français de Mécanique. August 29 - September 2. Troyes, France.
- C521. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) Sur un nouveau mécanisme By-Pass. Double couche électrique et instabilité By-Pass. Congrès Français de Mécanique. August 29 - September 2. Troyes, France.
- C522. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) Non-linear interactions of localized disturbances. A new route to turbulence. 8th Conference on Dynamical Systems, Theory and Applications. December 12 - 15. Lodz, Poland.
- C523. TARDU S., NACEREDDINE R. (2005) On a new by-pass transition mechanism in wall bounded flows. Fourth Int. Symp. on Turbulence and Shear Flow Phenomena. Virginia, USA.
- C524. THIBAUT J.P., BOUILLON F., TARDU S., LINDQUIST C., MONTESINO S. (2005) Seawater electromagnetic flow control : direct numerical simulations & experimental studies. 2nd International symposium on seawater drag reduction. May 23 - 26. Busan, Korea. , pp. 259-265.
- C525. TARDU S., DOCHE O. (2005) Response of drag to localized blowing periodical and dissymmetric in time. 2nd International Symposium on Seawater Drag Reduction. May 23 - 26. Busan, Korea.
- C526. TARDU S., DOCHE O. (2005) On how exciting improves the optimal control of turbulent drag. First International Symposium on Innovation and Integration in Aerospace Sciences. August . Belfast, Ireland.

- C527. AYELA F., BONTEMPS A., FERROUILLAT S. (2005) Implantation of carbon nanotubes in photoresist micro-channels for heat transfer applications. *Microfluidics and transfer*, Euromech 472. September 6 - 8. Grenoble, France.
- C528. MONNOT A., GONDREXON N., BOLDO P., BONTEMPS A., RENAUDIN V. (2005) Etude du transfert de chaleur dans un réacteur ultrasonore. 10ème Congrès de la société française de génie des procédés. September 20 - 22. Toulouse, France.
- C529. BRUCH A., BONTEMPS A., COLASSON S., FOURMIGUE J.F. (2005) Simulation numérique du comportement thermohydraulique d'un écoulement de CO<sub>2</sub> supercritique dans un tube vertical. Congrès Français de Thermique, SFT 2005. May 30 - June 2. Reims, France.
- C530. AHMAD M., BONTEMPS A., SALLEE H., QUENARD D. (2005) Etude expérimentale et simulation numérique du comportement thermique de cellules-test ayant des parois couplant Matériaux à Changement de Phase (MCP) et Super-Isolant (VIP). Congrès Français de Thermique, SFT 2005. May 30 - June 2. Reims, France.
- C531. MANSILLA C., SIGURVINSON J., BONTEMPS A., MARECHAL A., WERKOFF F. (2005) Heat management for hydrogen production by high temperature steam electrolysis. 18th International conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems. June 20 - 23. Trondheim, Norway.
- C532. AHMAD M., BONTEMPS A., SALLE H., QUENARD D. (2005) Experimental study and numerical simulation of thermal behaviour of Test-Cells using Light Wallboards Coupling PCM and VIP. Conference on heat transfer in components and systems for sustainable energy technologies, HEAT-SET 2005. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C533. MONNOT A., BOLDO P., BONTEMPS A., GONDREXON N. (2005) Enhancement of cooling rate by high frequency ultrasonic vibration. Conference on heat transfer in components and systems for sustainable energy technologies, HEAT-SET 2005. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C534. BRUCH A., BONTEMPS A., COLASSON S., FOURMIGUE J.F. (2005) Numerical investigation of laminar convective heat transfer of carbon dioxide flowing in vertical minitubes in cooling conditions. Conference on heat transfer in components and systems for sustainable energy technologies, HEAT-SET 2005. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C535. SIGURVINSON J., MANSILLA C., ARNASSON B., BONTEMPS A., MARECHAL A., SIGFUSSON T., WERKOFF F. (2005) Heat transfer problems for the production of hydrogen from geothermal energy. Conference on heat transfer in components and systems for sustainable energy technologies, HEAT-SET 2005. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C536. VACHER S., COLASSON S., LE PERSON S. (2005) Global performances and heat transfer study of a lower refrigerant charge water/water heat pump prototype using propane. Heat-SET 2005 Conference. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C537. JACQUIER D., LE PERSON S., MERCIER P., ROYON L. (2005) Distribution du froid par coulie de glace stabilisée. Etude du comportement sous cyclage thermique. Congrès Français de Thermique (SFT). May 30 - June 2. Reims, France. , pp. 27-32.
- C538. MARTY PH. (2005) Numerical modelling of the storage of Hydrogen in a metallic hydride. Heat SET Conference. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C539. MARTY PH., VEJRAZKA J., TIHON J. (2005) Visualisation des champs de vitesse et de température dans un jet impactant excité. FLUVISU 11 Conférence. June 5 - 7. Ecully, France.
- C540. MARTY PH., MATHEY F. (2005) Numerical simulation of heat and mass transfer during the adsorption of hydrogen in a porous metallic bed. 4th International conference on computational heat and mass transfer. May 17 - 20. Paris, France.
- C541. HERMOSILLA-LARA G., HASSOUNI K., MARTY PH., MOMEN G. (2005) Experimental and numerical study of the hydrogen's storage by adsorption on activated carbon. International hydrogen energy conference. July. Istanbul, Turkey.
- C542. BIGOT J., MARTY PH., CANEY N., MARECHAL A. (2005) Two phase frictional pressure drop and heat transfer coefficient during, Flow boiling mini-channel. Heat SET Conference. April 5 - 7. Grenoble, France.
- C543. TARDU S., DOCHE O. (2005) Optimal active control of turbulent drag by dual strategies. Fourth Int. Symp. on Turbulence and Shear Flow Phenomena. Virginia, USA.

- C544. HERMOSILLA-LARA G., MOMEN G., MARTY PH., HASSOUNI K. (2005) Hydrogen storage by adsorption on activated carbon : experimental and numerical study. Saragosse conference 2005. Saragosse, Spain.
- C545. TARDU S. (2005) Non-linear oscillations of near wall streaks. 8th Conference on dynamical systems, theory and applications . December 12 - 15. Lodz, Poland.
- C546. LALLEMAND M., AYELA F., FAVRE-MARINET M., GRUSS A., MAILLET D., MARTY PH. (2005) Transferts thermiques dans des microcanaux - Applications aux microéchangeurs.. Congrès Français de Mécanique. June . Reims, France.
- C547. ASENDRYCH D., FAVRE-MARINET M., JULIEN SAINT AMAND F. (2005) Decoupled approach to the modeling of contaminants removal from recycled paper.. Int. workshop on multi-phase flows : simulation, experiment and applicaiton. May 31, June 3rd . Rossendorf, Germany.
- C548. DOCHE O., TARDU S. (2005) Contrôle dual de la trainée turbulente. Approche expérimentale et numérique. Congrès Français de Mécanique (SFT 2005). August 29 - September 2. Troyes, France.
- C549. CHEMEL CH., CHOLLET J.P. (2005) Evolution of the daytime atmospheric boundary layer in deep alpine valleys (Abstract n° 09704). 2nd General assembly of the European Geosciences Union. April 25 - 29. Vienna, Austria.
- C550. CHEMEL CH., RIESENMEY C., CHOLLET J.P., BATTON-HUBERT M. (2005) High-resolution large-eddy simulations for odour-impact assesement (Abstract n° 09756). 2nd General assembly of the European Geosciences Union. April 25 - 29. Vienna, Austria.
- C551. CHEMEL CH., STAQUET CH., CHOLLET J.P. (2005) Numerical investigations of mixing efficiency in mountainous terrain (Abstract n° 09670). 2nd General assembly of the European Geosciences Union. April 25 -29. Vienna, Austria.
- C552. CHEMEL CH., RIESENMEY C., CHOLLET J.P., BATTON-HUBERT M. (2005) Characterization of odour emissions from a landfill through numerical simulations.. 5th annual Meeting of the european meteorological society. September. Utrecht, The Netherlands.
- C553. CHAXEL E., CHEMEL CH., CHOLLET J.P., QUINIOU C., COUACH O. (2005) A comparative study for the ability of different mesoscale models to forcast photochemical pollution events in the Grenoble area.. 14th International scientific symposium transport and air pollution. June 1 - 3. Graz, Austria.
- C554. FLOR J.B., CARITEAU B. (2005) Instability of a columnar vortex in a stratified fluid.. EGU 2005. April 24 - 29. Vienna, Austria.
- C555. STEPANOV R., PLUNIAN F. (2005) Influence of low Pm on the turbulent MHD dynamo. Perm Dynamo Days Workshop. Perm, Russia.
- C556. CHEMEL CH., CHAXEL E., COUACH O., CHOLLET J.P. (2005) Influence of the interactions of local dynamical processes with large-scale flow on air quality in the Grenoble area.. 28th International conference on alpine meteorology. May. Zadar, Croatie. , vol. 40, pp. 184-187.
- C557. CHAXEL E., CHOLLET J.P., CHEMEL CH., QUINIOU C. (2005) Influence of regionally produced ozone on the photochemistry of the Grenoble valley during the heat wave of 2003 (Abstract n° 06644). 2nd General assembly of the European Geosciences Union. April 25 - 29. Vienna, Austria.
- C558. LEPROVOST N., DUBRULLE B., PLUNIAN F. (2005) Intermittency in homopolar dynamo. Joint 15th Riga and 6th PAMIR International Conference, Fundamental and Applied MHD. Riga, Lettonie.
- C559. STAQUET C. (2005) Interaction of an inertia-gravity wave packet with a baroclinic shear flow. Fluxes and structures in fluids conference. June 20 - 23. Moscou, Russia.
- C560. FRANC J.-P., PELLONE C. (2005) Modélisation des écoulements supercavitants suivant le principe de Logvinovich. 10èmes Journées de l'Hydrodynamique. March 7 - 9. Nantes, France.
- C561. HASSAN W., LEGOUPIL S., BARRE S., REBATTET C. (2005) Dynamic vapour fraction measurement in Ariane 5 inducer by x-rays.. Proceedings of FEDSM 2005, 2005 ASME Fluids engineering division summer meeting and exhibition.. June 19 - 23. Houston, TX, USA.

- C562. REBATTET C., BARRE S., FRANC J.P. (2005) Etude du comportement cavitant de pompe en fluide thermosensible.. 2ème Journée du groupe régional Rhône-Alpes de l'AAAF. July 7. Grenoble, France.
- C563. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., LAMBERT P.A. (2005) Numerical analysis of cavitation instabilities in inducer blade cascade. ASME, Fluids engineering division summer meeting and exhibition, 5th international symposium on pumping machinery. June 19-23. Houston, TX, USA.
- C564. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., REBOUD J.L., LAMBERT P.A. (2005) Numerical simulation of 3D cavitating flows : analysis of cavitation head drop in turbomachinery. ASME, Fluids engineering division summer meeting and exhibition, 5th international symposium on pumping machinery. June 19 - 23. Houston, TX, USA.
- C565. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., LAMBERT P.A. (2005) Simulation numérique d'écoulements cavitants pour les turbopompes spatiales. Journée SHF Cavitation Simulation numérique des écoulements cavitants. April. Chatou, France.
- C566. POUFFARY B., FORTES-PATELLA R., LAMBERT P.A. (2005) Modélisation des écoulements cavitants dans les inducteurs de moteur fusée. 2ème Journée AAAF Rhône-Alpes. July 7. Grenoble, France.
- C567. BRAUN O., KUENY J.L., AVELLAN F. (2005) Numerical analysis of flow phenomena related to the unstable energy-discharge characteristic of a pump-turbine in pump mode. ASME FEDSM 2005. June 19 23. Houston, TX, USA.
- C568. FERRANDO L., KUENY J.L., AVELLAN F., PEDRETTI C., TOMAS L. (2005) Surface parameterization of a Francis runner turbine for optimum design. 22nd IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems. June 29 - July 2. Stockholm, Sweden.
- C569. ABONNEL C., ACHARD J.L., ARCHER A., BUVAT C., GUITTET L., LENES A., MAITRE TH., MANIATI M., PEYRARD C., RENAUD T., VIOLEAU D. (2005) Some aspects of EDF modelling and testing activities, within its marine current energy research and development project. 6ème Conférence EWTEC sur les ENR marines. August 29 - September 2. Glasgow, UK.
- C570. ABONNEL C., ACHARD J.L., ARCHER A., BUVAT C., GUITTET L., LENES A., MAITRE TH., MANIATI M., PEYRARD C., RENAUD T., VIOLEAU D. (2005) Some aspects of EDF Modelling and Testing activities, within its Marine Current Energy Research and Development Project "Hydroliennes en mer". 1er Workshop (W1) du réseau CA-OE. April 5 - 6. Aalborg, Danemark.
- C571. PHILIPPE A., GEINDREAU A., SECHET P., MARTINS J. (2005) Biofilm Growth in porous media : derivation of a macroscopic model from the physics at the pore scale via homogenisation. Proceedings of the international Congress Biotechniques for air pollution control. October 5-7, La Coruna, Spain.

## 3.5 CONFÉRENCES SUR INVITATION

### 2001

- Ci1. SOMMERIA J. (2001) Statistical mechanics of the shallow water system in a rotating medium (Conf.Invité). SIAM Conference Applied mathematics in our changing world. September 2 - 6. Berlin, Allemagne.
- Ci2. SOMMERIA J. (2001) Turbulent convection in liquid metals (Conf.Invité). International workshop on High Reyleigh number convection. September 3 - 5. Illmenau, Allemagne.
- Ci3. HOPFINGER E.J. (2001) Liquid Sloshing and Wave breaking in Reservoirs (Conf.Invité). Symposium a Fascination with fluids. November. Los Angeles, USA.
- Ci4. HOPFINGER E.J. (2001) Simulation of Powder Snow Avalanches (Conf.Invité). Symposium APS-van Atta. November. San Diego, USA.
- Ci5. BARNIER B. (2001) The flux problem seen from below the ocean surface (Conf.Invité). WCRP/SCOR Workshop on Intercomparison and Validation of Ocean-Atmosphere Flux Fields, Bolger Center. May 21 - 24. Washington, USA.

- Ci6. METAIS O. (2001) Simulations et modélisation numériques des écoulements turbulents : limitations et enjeux (Conf.Invité). Journée sur les problèmes de modélisation. November 22. IPSI, Paris, France.
- Ci7. METAIS O. (2001) Large-eddy simulation for engineering and geophysical flow (Conf.Invité). ECCOMAS CFD 2001 Conference. September 4 - 7. Swansea, UK.
- Ci8. METAIS O. (2001) Simulation des grandes échelles en Turbulence (Conf.Invité). XVème Congrès Français de Mécanique. September 3 - 7. Nancy, France.
- Ci9. METAIS O. (2001) Large-eddy simulations of turbulence: towards complex flow geometries. (Conf.Invité). Parallel Computational Fluid Dynamics 2000.
- Ci10. METAIS O. (2001) Recent developments in mathematical modelling of turbulent flows. (Conf.Invité). Ecole d été. September 24 28. Univ. of Warmia and Mazury, Poland.
- Ci11. ALEMANY A. (2001) First and simple method of numerical simulation in magneto-electrolysis (Conf.Invité). Workshop in magnetism and electrochemistry. May 20 - 23. Galway, Ireland.
- Ci12. COGNET G. (2001) Electrochemical sensors for flow measurement (Conf.Invité). November 5 - 7. Florence, Italy.
- Ci13. BONTEMPS A. (2001) Enhanced heat transfer for shell-side condensation : new result - Keynote lecture (Conf.Invité). 3rd International conference on compact heat exchangers and enhancement technology for the process industry. July 1 - 6 . Davos, Suisse.
- Ci14. STAQUET C. (2001) Mixing in stably stratified fluids (Conf.Invité). Colloque Statistical theories and computational approaches to turbulence. October 11 - 14. Nagoya, Japan.
- Ci15. FRANC J.P. (2001) Partial cavity instabilities and re-entrant jet (Conf.Invité). 4th International symposium on Cavitation. June 20 - 23 . Pasadena, Californie, USA.
- Ci16. FRANC J.P., MICHEL J.M., CALLENAERE M. (2001) Re-entrant jet and cavitation instabilities (Conf.invité). GAMM 2001 Conference, Minisymposium Cavitating Flows. February 12 - 15. ETH, Zurich, Switzerland.
- Ci17. MAITRE TH. (2001) Viscous effects on cavities (Conf.Invité). GAMM Conference. February 14. Zurich, Switzerland.

## 2002

- Ci18. THIVOLLE-CAZAT E., GALMICHE M., SOMMERIA J. (2002) Geostrophic adjustment and baroclinic instability of a two-layer vortex: laboratory experiments with data assimilation. (Conf.Invité). Workshop Fundamentals of vortices, convection and turbulence - I Rotating Flows. July 23 - 24. London, UK.
- Ci19. GALMICHE M., SOMMERIA J., VERRON J., THIVOLLE-CAZAT E. (2002) Numerical simulation with data assimilation of laboratory experiments in a rotating stratified fluid. (Conf.Invité). EGS XXVII General Assembly. April 21 - 25. Nice, France.
- Ci20. CARTELLIER A. (2002) Strong coupling in laminar bubbly flows and related modeling issues. Keynote lecture of the Open forum on Multiphase flow - Keynote Lecture -. 2002 ASME Joint US-European Fluids Engineering Division Summer Meeting (Conf.Invité). July 14 -18. Montréal, Quebec, Canada.
- Ci21. BAUDET CH. (2002) Experimental detection of coherent vorticity structures with acoustic interferometry (Conf.Invité). Congrès de la société Méxicaine de physique. October 27 - November 1st. Leon, Mexique.
- Ci22. METAIS O. (2002) Large-Eddy Simulations: a tool for turbulence control. (Conf.Invité). 5th World Congress on Computational Mechanics. July 7 -12. Vienne.

## 2003

- Ci23. FLOR J.B. (2003) Dynamics of Monopolar Vortices on a Topographic Beta Plane (Invité par Prof. J.W.M. Bush). Physical Mathematics Seminar. September 10 . MIT, Dept. of Applied Math.
- Ci24. SOMMERIA J. (2003) Maximum entropy production in geostrophic turbulence (Conf.Invité). Workshop Maximum Entropy Production. April 3 - 4. Bordeaux, France.
- Ci25. READ P.L., LEWIS S.R., WILLIAMS P.D., YAMAZAKI Y., YAMAZAKI K., SOMMERIA J., FINCHAM A., DIDELLE H. (2003) Large scale experimental study of the formation of zonal jets in convectively-driven geostrophic turbulence on a topographic beta-plane.

(Conf.Invité). General Assembly of the International Union of Geophysics and Geodesy (IUGG). June 30 - July 11. Sapporo, Japan.

Ci26. ACHARD J.-L. (2003) Microfluidique Discrète & Biotechnologies (Conf.Invité). 1ère rencontre du plan Pluri-Formation "Dynamique des Systèmes Complexes"(DYSCO). December 1 - 2. Villard de Lans, France.

Ci27. REBOUD J.-L., COUTIER-DELGOSHA O., POUFFARY B., FORTES-PATELLA R. (2003) Numerical simulations of unsteady cavitating flows: some applications and open problems (Conf.Invité). Proceedings of CAV 2003 Symposium. November. Osaka, Japan.

## 2004

Ci28. SOMMERIA J. (2004) High-Rayleigh number convection: the point of view of physicists. (Conf.Invité). Workshop on . February 23 - 25. Boulder, Colorado, USA.

Ci29. SOMMERIA J. (2004) Laboratory modelling of oceanic overflows. (Conf.Invité). General Assembly European Geoscience Union. April 25 - 30. Nice, France.

Ci30. DECAMP S., SOMMERIA J. (2004) Experimental and numerical simulation of dense water overflows on a continental slope. (Conf.Invité). XXI International Congress of Theoretical and Applied Mechanics. August 15 - 21. Varsovie, Polan.

Ci31. THIVOLLE-CAZAT E., SOMMERIA J. (2004) Instability of gravity-driven coastal current in a turn-table experiment. (Conf.Invité). XXI International Congress of Theoretical and Applied Mechanics . August 15 - 21. Warsaw, Polan.

Ci32. READ P.L., YAMAZAKI Y.H., LEWIS S.R., WILLIAMS P.D., SOMMERIA J., DIDELLE H. (2004) Multiple jet formation in a convectively driven flow on a beta-plane. (Conf.Invité). XXI International Congress of Theoretical and Applied Mechanics . August 15 - 21. Warsaw, Polan.

Ci33. CARTELLIER A. (2004) Induced agitation and the prediction of phase distributions in laminar bubbly flows (Conf.Invité) - Keynote lecture -. Cd Proc. CHISA'04. August 22 - 26. Praha, Czech Republic .

Ci34. BRASSEUR P., BERLINE L., BRANKART J.M., VERRON J. (2004) Impact of SSH,SST and SSS data assimilation in a coupled physical-biochemical model of the north Atlantic (Conf.Invité). 35th COSPAR Scientific Assembly. July. Paris, France.

Ci35. STAQUET C. (2004) Stably stratified rotating turbulence : EDQNM modelling, direct numerical simulations and laboratory experiments (conf.Invité). Colloque Modélisation en turbulence : art ou science ?. June 14 - 15. Ecole Centrale de Lyon, France.

Ci36. STAQUET C. (2004) Wave/shear interactions in a stably-stratified rotating fluid. Organisateur : Mahalov A.; Nikolaenko B.; Hunt J. (Conf.Invité). Workshop Waves and Turbulence in the Atmosphere. September 13 -15 . Londres, UK.

## 2005

Ci37. SOMMERIA J. (2005) Modélisation de courants de gravité (Conf.Invité). Journée d'évaluation du programme PATOM. September 12 -13. Bordeaux, France.

Ci38. PENDUFF T., BARNIER B., MOLINES J.M., MADEC G. (2005) On the use of current meter data to assess the realism of ocean model simulations (Conf.Invité). Colloquium in honour and in memory of Christian Le Provost. March. Toulouse, France.

Ci39. BRASSEUR P. (2005) Ocean data assimilation in the MERCATOR/MERSEA operational systems (Conf.Invité). 4th WMO data assimilation symposium. April. Prague.

Ci40. FAURE X., JOUSSELIN F., PIERSON P., QUENARD D. (2005) Validation expérimentale d'une modélisation de type RC sur une enveloppe hybride (Conf.invité). Journées internationales de Thermique (JITH). Tanger, Maroc.

Ci41. MAITRE TH., ACHARD J.L. (2005) Les hydroliennes (Conf.Invité). Conférence UE Pro. March 1. Ecole Centrale de Lyon, France.

## 3.6 THESEES SOUTENUES ET H.D.R.

### 2001

- T.1. DANET Alexandra, 2001. Etude de l'influence des conditions amont sur l'écoulement derrière une marche par la Simulation des Grandes Echelles. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels (LEGI), sous la direction de Marcel Lesieur. 28 février
- T.2. OLIVAS Pedro , 2001. Influence de la mécanique des fluides dans les processus d'électrodéposition et d'atomisation de peinture. Thèse préparée dans le laboratoire LEGI, sous la direction de Antoine Alemany. 26 mars
- T.3. NEVES BETTENCOURT DA SILVA Carlos Frederico, 2001. Le rôle des structures cohérentes dans le contrôle et interactions entre échelles dans des jets ronds, plans et coaxiaux. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels (LEGI), sous la direction de Olivier Métais et José Pereira. 03 juillet
- T.4. MARMOTTANT Philippe, 2001. Atomisation d'un liquide par un courant gazeux. Thèse préparée dans le laboratoire LEGI, sous la direction de Emmanuel Villermaux. 18 décembre
- T.5. PHAM Pascale, 2001. Modélisation d'un dispositif de diagnostic moléculaire ultrasensible : étapes de concentration de nanoparticules superparamagnétiques et hybridation d'oligonucléotides sur support fonctionnalisé par micropompe Marangoni. Thèse préparée dans le laboratoire Equipe Commune CEA-LETI/bioMérieux , sous la direction de Philippe Masse et Jean-Luc Achard. 14 décembre.
- T.6. ROSSI Lionnel, 2001. Contrôle électromagnétique d'écoulement en eau de mer. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jean-Paul Thibault, 5 octobre
- T.7. SADOUX Sylvain, 2001. Influence d'un cap sur un courant d'eau intermédiaire. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Dominique Renouard et Adam Fincham, 30 novembre
- T.8. DA SILVA Paulo, 2001. Contribution à l'étude de la dynamique sédimentaire en régime côtier. Thèse en co-tutelle avec l'Université d'Aveiro (Portugal) sous la direction de André Temperville, 30 novembre
- T.9. COUTIER DELGOSHA Olivier, 2001. Modélisation des écoulements cavitants : étude des comportements instationnaires et application tridimensionnelle aux turbomachines. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Régiane Fortes Patella et Jean-Luc Reboud, 21 novembre.

### 2002

- T.10. AGOSTINI Bruno, 2002. Etude expérimentale de l'ébullition de fluide réfrigérant en convection forcée dans des mini-canaux. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels/GRETh, sous la direction de André Bontemps, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 1<sup>er</sup> octobre
- T.11. BORDAS Marie-Laure, 2002. Caractérisation des écoulements à bulles en lits fixes : expériences et modélisation. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Alain Cartellier, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 20 décembre
- T.12. CAMENEN Benoît, 2002. Modélisation numérique du transport sédimentaire sur une plage sableuse. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Philippe Larroude, 5 avril
- T.13. CHALLIER Guillaume, 2002. Mécanismes d'interactions fluide/structure et de transfert d'énergie en érosion de cavitation. Thèse préparée dans le laboratoire LEGI, sous la



direction de Regiane Fortes-Patella, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 20 décembre

- T.14. CRISPEL Simon, 2002. Modélisation statistique appliquée aux écoulements dispersés laminaires : Mise en œuvre et simulation. Thèse préparée dans le Laboratoire de Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Alain Cartellier, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 3 mai 2002
- T.15. MAGRI Stéphanie, 2002. Assimilation de données dans un modèle d'écosystème marin à un modèle de couche de mélange océanique de la mer Ligure. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Pierre Bresseur et Jacques Verron, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 13 décembre
- T.16. MOULIN Frédéric, 2002. Interactions onde-vortex en milieu stratifié tournant et transport à travers une barrière dynamique. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels sous la direction de Emil Hopfinger et Jan Bert Flor, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 24 octobre
- T.17. PRAUD Olivier , 2002. Turbulence stratifiée en cuve tournante. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Joël Sommeria et Adam Fincham, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 25 octobre
- T.18. SARBOCH Jaroslav, 2002. Ecoulements turbulents pulsés en présence d'un gradient de pression adverse. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels de Grenoble et à l'Université de Technologie de Prague, sous la direction de Michel Favre-Marinet, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 15 novembre
- T.19. VEJRAZKA Jiri, 2002. Etude Expérimentale d'un jet circulaire impactant pulsant. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels de Grenoble et à l'Institute of Chemical Process Fundamentals de Prague, sous la direction de Philippe Marty et Vaclav Sobolik. Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 16 décembre

## 2003

- T.20. BEER Alexandre, 2003. Étude par simulation numérique temporelle des effets de compressibilité en couche de mélange plane turbulente. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Marcel Lesieur et de M. Pierre Comte, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 28 mai
- T.21. CHANUT Jérôme, 2003. Paramétrisation de la restratification après convection profonde en mer du Labrador. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels sous la direction de Bernard Barnier, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 8 Juillet
- T.22. HAUET Gwenaël, 2003. Contrôle de la turbulence par simulation des grandes échelles en transport supersonique. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Marcel Lesieur, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 19 décembre
- T.23. HONG MoonGeun, 2003. Atomisation et mélange dans les jets coaxiaux liquide-gaz. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Emil Hopfinger et Alain Cartellier, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 24 mars
- T.24. KHARICHA Moulay Abedllah, 2003. Influence du champ magnétique sur l'écoulement généré par un disque tournant dans une cavité fermée : application à la corrosion des aciers par l'eutectique liquide Pb-17Li (plomb-lithium). Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels sous la direction Antoine Alémany, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 3 février
- T.25. MICHEL Frédéric, 2003. Optimisation des échangeurs compacts à ailettes : étude numérique et expérimentale. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels/ GRETh, sous la direction de Philippe Marty, 17 octobre
- T.26. POULAIN Cédric, 2003. Turbulence dans l'espace de Fourier : Mesure de vorticité par diffusion acoustique. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Yves Gagne et C. Baudet, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 5 septembre

- T.27. REBOUSSIN Yohann, 2003. Optimisation énergétique des régénérateurs de four de verrerie : étude expérimentale et numérique. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels / GRETh sous la direction de Philippe Marty, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 17 Décembre
- T.28. REYNAUD Sylvain, 2003. Transferts thermiques par convection forcée en mini-canaux. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jean-Pierre Franc, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 16 juillet
- T.29. SANDU Mihnea, 2003. Dynamique d'apparition et de disparition d'une bulle de gaz dans un liquide. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels de Grenoble, sous la direction de Jean-Luc Achard en co-tutelle avec le Laboratoire d'Hydraulique et Protection de l'Environnement de Bucarest sous la direction de Constantin Lamandi, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 7 novembre
- T.30. THIVOLLE CAZAT Emmanuelle, 2003. Modélisation en laboratoire de l'instabilité d'un tourbillon barocline et d'un courant côtier de gravité. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Joël Sommeria, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 25 septembre

## 2004

- T.31. ALDAYEH Fawaz, 2004. Analyse et Modélisation des Turbines Francis en vue de leur contrôle et régulation. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jean-Louis Kueny, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 26 mars
- T.32. AL RADI Mahmoud, 2004. Contribution à l'analyse des phénomènes de transferts et d'instabilité à une interface liquide/liquide. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Gérard Cognet, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 9 février
- T.33. CHATELAIN Alexandre, 2004. Simulation des Grandes Echelles d'écoulements turbulents avec transferts de chaleur. Thèse préparée au CEA, sous la direction de Olivier Métais, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 7 septembre
- T.34. DEBOST Fabien, 2004. Etude de nouveaux scénarios d'altimétrie satellitaire pour la reconstruction de la circulation océanique moyenne échelle par assimilation de données altimétriques. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jacques Verron, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 16 juin
- T.35. HAGHIGHI KHOSHKHOO Ramin, 2004. Etude de l'encrassement côte-air des échangeurs thermiques compacts. Thèse préparée au Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Francis McCluskey, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 29 juin
- T.36. KERBIRIOU Marie-Aurélie, 2004. Dynamique d'une inversion thermique, transport et mélange en vallée encaissée: une étude numérique tridimensionnelle. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriel, sous la direction de C. Staquet et Jean-Pierre Chollet, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 17 Mars
- T.37. HEBRARD Jérôme, 2004. Transferts thermiques des écoulements turbulents compressibles en conduites : étude par simulation numérique des grandes échelles. Thèse préparée dans le laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Olivier Métais, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 4 octobre
- T.38. ZOPPE Béatrice, 2004. Simulation numérique et analyse de l'écoulement dans les augets de turbines Pelton. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Thierry Maitre et Christian Pellone, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 5 novembre

- T.39. MAIDI Mohamed, 2004. Etude et contrôle des jets compressibles par simulations des grandes échelles. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Marcel Lesieur, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 22 novembre
- T.40. BRULFERT Guillaume, 2004. Modélisation des circulations atmosphériques pour l'étude de la pollution des vallées alpines. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jean-Pierre Chollet, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 26 novembre
- T.41. BOUILLON François, 2004. Simulations numériques directes du contrôle électromagnétique en eau de mer. Thèse préparée dans le laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jean-Paul Thibault et Sedat Tardu, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 10 décembre
- T.42. POUFFARY Benoit, 2004. Simulation numérique d'écoulements 2D/3D cavitants, stationnaires et instationnaires : analyse spécifique pour les turbomachines. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Régiane Fortes Patella et Jean-Luc Reboud, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 15 décembre
- T.43. PLOESTEANU Cristina, 2004. Étude hydrodynamique d'un type d'hydraulienne à axe vertical pour les courants marin. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Thierry Maître et Jean-Luc Achard, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 17 décembre 2004
- T.44. KAMALINEZHAD Marian, 2004. Plages en équilibre morphologique et hydrodynamique associée. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Eric Barthélémy, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 17 décembre 2004
- T.45. CAILLEAU Sylvain, 2004. Validation de méthodes de contrainte aux frontières d'un modèle océanique : Application à un modèle hauturier de l'Atlantique Nord et à un modèle régional du Golfe de Gascogne. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Bernard Barnier et Eric Blayo, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 20 décembre
- T.46. SHIU Huan Ruei, 2004. Effect of the electric double layer on the by-pass transition in microchannel flows. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Sedat Tardu, 20 décembre – soutenance National Taiwan University Taipei. Doctorat de l'Université Joseph Fourier

## 2005

- T.47. VOGIN Cédric, 2005. Etude d'un générateur thermoacoustique MHD pour une application spatiale. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Antoine Alémany, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 4 janvier
- T.48. AVALOS ZUNIGA Raul, 2005. Quelques études théoriques relatives aux dynamos expérimentales. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Franck Plunian et Chantal Staquet, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 3 février
- T.49. ROYON-LEBEAUD Aude, 2005. Ballotement des liquides dans les réservoirs cylindriques soumis à une oscillation harmonique. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Emil Hopfinger et Alain Cartellier, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 15 mars
- T.50. GERVAIS Philippe, 2005. Mesure acoustique de vitesse lagrangienne dans un écoulement d'air turbulent. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Christophe Baudet et Yves Gagne, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 30 mai
- T.51. CARITEAU Benjamin, 2005. Etude de la stabilité et de l'interaction des cyclones intenses en fluide stratifié. Thèse préparée dans le Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de Jan-Bert Flor et Emil Hopfinger, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 6 juillet

- T.52. BAVIERE Roland, 2005. Etude de l'hydrodynamique et des transferts de chaleur dans les microcanaux. Thèse préparée dans le laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels, sous la direction de F. Ayela (CRTBT) et M. Favre-Marinet (LEGI), Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 12 septembre

#### ▶ THESES EXTERIEURES

- T.53. CLEMENT-RASTELLO Marie, 2002. Etude de la dynamique des avalanches de neige en aérosol. Thèse préparée au CEMAGREF, sous la direction de Emil Hopfinger et Christophe Ancey, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 27 septembre
- T.54. LACHAMP Philippe, 2003. Modélisation des écoulements chargés. Thèse préparée au CEMAGREF, sous la direction de D. Laigle et Sédat TARDU, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 12 Décembre
- T.55. FAUGERAS Blaise, 2002. Assimilation variationnelle de données dans un modèle couplé océan-biogéochimie. Thèse préparée dans le Laboratoire de Modélisation et Calcul, sous la direction de Jacques Verron et Jacques Blum, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 8 octobre
- T.56. ETIENNE Jocelyn, 2004. Simulation numérique d'écoulements gravitaires à fortes différences de densité. Application aux avalanches. Thèse préparée dans le laboratoire de Modélisation et de Calcul, sous la direction de Pierre Sarmito et Emil Hopfinger, Spécialité Mathématiques Appliquées, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 27 septembre
- T.57. DRAZEK Laurent, 2004. Contrôle par l'hydrodynamique de l'assemblage 2-D de protéines dans une interface air/eau. Modélisation, premières expériences. Thèse préparée dans le laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels Sous la direction de Jean-François Legrand et Laurent Davoust, Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 15 octobre
- T.58. AHMAD Maha, 2004. Nouveaux composants pour la gestion énergétique de l'enveloppe légère des bâtiments. Couplage matériaux à changement de phase, super-isolation, apports solaires. Thèse préparée au CSTB, sous la direction de André Bontemps, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 23 novembre 2004.
- T.59. ROBERT Céline, 2004. Développement et comparaison de méthodes d'assimilation de données de rang réduit dans un modèle de circulation océanique : application à l'océan Pacifique Tropical. Thèse préparée dans le Laboratoire de Modélisation et de Calcul, sous la direction de Jacques Verron et Eric Blayo, Doctorat de l'Université Joseph Fourier, 21 décembre

#### ▶ HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

- H1. FORTES-PATELLA Régiane, 2004. Modélisation des écoulements cavitants au sein des turbomachines et de leur interaction avec les structures solides environnantes. Habilitation à Diriger des Recherches, 7 Mai
- H2. DAVOUST Laurent, 2004. Interfaces liquide/gaz fonctionnalisées. Habilitation à Diriger des Recherches, 1er octobre
- H3. PLUNIAN Franck, 2004. Quelques études relatives aux dynamos industrielles et expérimentales. Habilitation à Diriger des Recherches, vendredi 03 décembre
- H4. FLOR Jan-Bert, 2005. Structures cohérentes en écoulements géophysiques. Habilitation à Diriger des Recherches, 13 avril
- H5. MAITRE Thierry, 2005. Cavitation dans les turbomachines. Ecoulement dans les turbines Pelton. Hydroliennes marines. Habilitation à Diriger des Recherches, 6 juillet

## 3.7 LES ACTIVITES INTERNATIONALES

### ► RESPONSABILITE D'INTERET GENERAL DANS DES INSTITUTIONS INTERNATIONALES

- Alémany A. Membre du comité de direction et représentant français au programme COST P6 de la communauté européenne (comprenant 10 nations), intitulé Magnétodynamique des liquides 2000-2004  
Membre du comité de direction et représentant Français au programme COST P17 de la communauté européenne (comprenant 12 nations), intitulé Electroprocessing of Material (EPM) depuis le 1-05-2005  
Fondateur de la conférence pami la sixième édition sera organisée en Lettonie (27 juin, 1 juillet 2005)  
Initiateur du projet de création de l'Institut Franco/Letton Ampère.
- Barnier B. 1997 - présent: Membre du Science Advisory Group du programme spatial ASCAT de EUMETSAT et l'ESA.
- Flor J.B. Edition issue spéciale sur ; « Rotating and stratified fluids » in Dyn. Atmos and Oceans. 2004  
Edition issue spéciale : Special Issue of Nonlinear Processes in Geophysics on 'Turbulent transport in Geosciences' 2005
- Hopfinger E. Membre du Bureau de l'Association EUROMECH-Trésorier pendant 8 ans jusqu'en 2004  
Nomination au Committee de l'APS 2002- 2004
- Métais O. Membre du Scientific Program Committee de l'Association Européenne ERCOFTAC (European Research Community of Flow, Turbulence and Combustion)
- Sommeria J. Membre du comité de l'European Space Agency : 'Fluid and combustion science panel', 01/2005
- Verron J. Membre du Comité de Pilotage du projet intégré MERSEA (6ème PCRD)  
Co-Directeur de l'école d'Eté GODAE « An integrated view of oceanography : Ocean Weather Forecasting in the 21<sup>st</sup> Century, Lalonde  
Investigateur principal OST NASA-CNES  
Responsable scientifique de la mission altimétrique franco-indienne AltiKa  
Editorial Board du journal Environmental Fluid Mechanics, B. Cushman-Roisin, Chief Editor, Kluwer Ed., depuis 2000.  
Editorial Board du journal Regular and Chaotic Dynamics, Kozlov, Chief Editor, Ed., depuis 2004.

### ► EXPERTISES SCIENTIFIQUES POUR DES ORGANISMES ETRANGERS

- Alémany A. Expertise en vue du renouvellement de l'Institut Faxen de KTH Stockolm
- Ayoub N. Investigateur principal d'un projet JASON/OST (CNES/NASA)
- Barnier B. NSF (USA), NERC (UK), CFCAS et NSERC (Canada), EUMETSAT, Agence Spatiale Italienne
- Baudet C. Expert European Exploratory Workshops
- Brasseur P. Diverses expertises réalisées à la demande de la Commission des Communautés Européennes (programme MAST, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> PCRD), du NERC (U.K.) et de la NSF (USA).
- Cartellier A. Expertises pour Conférences  
3<sup>rd</sup> International Symposium on Two-Phase Flow Modelling and Experimentation, Pisa, 22-24 Sept. 2004  
CHISA'04, August 22-26, 2004 Praha, Czech Republic
- Cognet G. Régulièrement sollicité pour expertise pour le programme scientifique de l'Agence Nationale de Recherche Tchèque
- Flor J.B. National Science Foundation 3
- Fortes Patella R. rapporteur pour l'ASME : 2005 ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting and Exhibition, *Fifth International Symposium on Pumping Machinery*, juin 19-23, 2005, Houston, TX, USA

Franc J.P. Evaluation de projet pour la "Technology Foundation", Pays-Bas  
 Gagne Y. FOM (NL)  
 Hopfinger E. NSF, FOM, FNS, ESA  
 Lesieur M. Agences nationales de la recherche des pays suivants: Etats-Unis, Israël, Pays-Bas, Hong Kong, Suède, Singapour  
 Métais O. National Science Foundation, Etats-Unis ; Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada; The Israel Science Foundation; The Italian Institute for the Physics of Matter – INFM  
 Penduff T. NERSC (UK), NSF (USA)  
 Sommeria J. National Science Foundation (USA)  
 Rapport pour promotion aux postes de professeur (USA, Allemagne)  
 Staquet C. NERC (National Environment Research Council)  
 Tardu S. Engineering and Physical Sciences Research Council EPSRC- Royaume Uni.  
 Verron J. Agence Spatiale Européenne (ESA), National Science Foundation (NSF), Office of Naval Research (ONR), du Norwegian Research Council (NRC), promotions dans des universités Américaines (Professors, Assistant Professors, Research Scientists, Assistant Research Scientists), du Fondo Nacional de Investigacion Cientifica Y Tecnologica (Fondecyt, Chili), de l'UK Met Office, ...

#### ▶ PARTICIPATION A DES GROUPES DE TRAVAIL INTERNATIONAUX

Achard J.L. Directeur de la collection « Mécanique des fluides » chez HERMES  
 Alémany A. Participation à deux groupes de travail de COST 6 : groupe fluides faiblement conducteurs et groupe aspects fondamentaux de la MHD  
 Barnier B. 2002-2003: Membre du Science Advisory Group du programme spatial ASCAT de EUMETSAT et l'ESA.  
 2004-Présent: World Climate Research Program (WCRP): Membre du Working Group/Panel on Air-Sea Fluxes.  
 2004-présent: Projet Intégré Européen MERSEA: Co-ordinateur des activités Modélisation Physique  
 Brasseur P. Membre du Groupe Scientifique sur la Topographie de Surface des Océans, au titre de Co-I des projets CNES/NASA "Advanced Altimeter Data Assimilation for Physical Ocean Prediction and Ecosystem Monitoring" et « Mercator : operational monitoring and forecasting » (2004-2006) ;  
 Membre du Groupe de travail SWT Jason-I, au titre de Co-I du projet "Advanced Altimeter Data Assimilation for the Development of Operational Oceanography" (1998-2002).  
 Cagnet G. Membre expert du programme COST : techniques électrodiffusionnelles  
 Favre-Marinet M. Responsable du Special Interest Group ERCOFTAC : Microfluidics and Transfer depuis 2004  
 Penduff T. Groupe OST/ST (CNES-NASA)  
 PICS (Programme International de Coopération Scientifique) du CNRS pour le projet DRAKKAR  
 Tardu S. Membre de l'International Advisory Committee of Queens Un. North Ireland.  
 Verron J. High Resolution Topography Working Group  
 Topex/Poseidon science working group  
 Jason science working group  
 OSTs working group  
 Voisin B. Membre (sur invitation) du groupe de travail MacTeX, destiné à promouvoir le développement de TeX sur la plate-forme Mac OS X

#### ▶ ORGANISATIONS DE COLLOQUES ET D'ECOLES

Achard J.L. Membre du Comité Scientifique du Colloque Euromech 472 sur « MICROFLUIDICS & TRANSFER », 6 - 8 Septembre 2005, Villars-de-Lans, France

Mise en place de journées de Formation pour le personnel CEA (DSIS/LETI) (co-organisation à 50% avec L. DAVOUST). Ensemble de 17 cours donnés sur deux semaines à environ 30 agents CEA & CNRS par une dizaine de chercheurs reconnus internationalement :

semaine du 15 septembre 2003 : « Surface solide et Interfaces fluide-fluide »

semaine du 29 septembre 2003 : « Dynamique des Interfaces fluide-fluide ».

Membre du Comité d'Organisation du Congrès de la Société Française de Thermique, 3-6 Juin 2003 Grenoble, France

- Alémany A. 5 eme edition Ramatuelle France du 16 au 20 septembre 2002 (environ 200 participants, 22 nations)  
6 eme édition Salaspils Lettonie 27 06 05 au 01 07 05 (environ 220 participants 25 nations)
- Barnier B. 2002: Membre du comité scientifique du colloque *Mathématique et Calcul Scientifique pour l'Océanographie*, Grenoble, 7-8 Mars.  
2003: Organisateur, avec P. Lazure, du Séminaire d'Hydrodynamique Côtière, Centre Ifremer de Brest, Septembre 15-17.  
2005: Organisateur avec Y. Du PenHoat du colloque en l'honneur de Christian Le Provost, Toulouse, 10-11 Mars.
- Barre S. Participation à l'organisation des 2èmes journées Rhône-Alpes de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF)
- Baudet C. Ecole d'été de Cargèse (direction et direction scientifique) Turbulence : Measurements and Signals (mai 2002).  
Symposium « *Experimental techniques: Light and Sound* » organisé dans le cadre de la 5eme Euromech Fluid Mechanics Conference (aôut 2003).
- Brasseur P. Délégué de la session « Data Assimilation Techniques » du 35<sup>ème</sup> Symposium COSPAR, Paris, 18-25 juillet 2004 ;  
Membre du comité scientifique du 34<sup>ème</sup> Colloque International d'Hydrodynamique de l'Océan : « Tracer methods in geophysical fluid dynamics », Université de Liège, Mai 2002.
- Cartellier A. Membre du Comité d'organisation des 1<sup>ère</sup> et 2ième Journées du Groupe Régional Rhône-Alpes AAAF (Lyon 27 Mai 2004, Grenoble 7 Juillet 2005).  
Membre CHISA 2004 Scientific Committee  
Membre du Comité Scientifique du CFM 2007 Grenoble
- Cognet G. Membre du Comité d'organisation de International Heat Transfer Conference Aout 2003  
Membre des Comités Scientifiques Congrès SFT , Colloque Fluvisu, Congrès Français de Mécanique
- Davoust L. Membre du comité d'organisation du congrès européen de rhéologie AERC 2005 "2nd Annual European Rheology Conference", Grenoble, avril 2005
- Favre-Marinet M. Co-chairman du colloque Euromech "Microfluidics and Transfer" 6-8 Septembre 2005, LEGI, Grenoble
- Flor J.B. Conference 'Fundamentals of vortices, convection and turbulence in rotating fluids » UCL, Londres, Angleterre, 23-24 juillet 2002 Co-organisation avec I. Eames  
Rotating and Stratified fluids. Symposium JSP10, IUGG-2003, Sapporo Japon Juillet 2003. (78 contributions et édition d'un numéro spéciale de Dyn. Atmos & Oceans)  
Convener session 6.03 : Jets and Vortices. EGU Vienne, avril 2005.
- Fortes Patella R. membre du comité scientifique du "Cavitation Erosion Workshop", organisé par le Bassin d'Essais des Carènes, mai 2004
- Franc J.P. Membre du Comité Scientifique de HSH 2002 (High Speed Hydrodynamics), 16-23 Juin 2002, Cheboksary, Russie  
Membre du Comité d'Organisation du 5th International Symposium on Cavitation, 1-4 Novembre 2003, Osaka, Japon

- Membre du Comité d'Organisation des 10èmes Journées de l'Hydrodynamique, 7-9 Mars 2005, Nantes
- Hopfinger E. EFMCC 1998 à 2004  
Executive Committee de l'International Conference on Hydrodynamics  
Co-organisateur du Mini-Colloques Ondes et tourbillons au Congrès AFM 2005
- Le Person S. Secrétaire scientifique du comité d'organisation du Congrès Société Française de Thermique : Thermique et Microtechnologie (3-6 Juin 2003, Grenoble)  
Membre du comité d'organisation de l'Euromech Colloquium 472 on Microfluidics and Transfer (6-8 Sept 2005, Grenoble)
- Lesieur M. Membre du comité scientifique du Congrès Français de Mécanique de Troyes (Aout 2005).
- Marty P. Organisateur du Congrès de la Société Française de Thermique en 2003 à Grenoble  
Participant à la mise en place du Congrès Français de Mécanique CFM2007 à Grenoble
- Métais O. ERCOFTAC Workshop on ``Direct and Large-Eddy Simulation VI'', Université de Poitiers, septembre 2005.  
Membre du Comité Scientifique du 6<sup>ème</sup> Symposium *Engineering Turbulence Modelling and Measurements (ETMM6)*  
Pre-nominated session on *Turbulence*, 21th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics (ICTAM 2004), Varsovie, 15 -21 27 Août 2004. *Chairman*.  
ERCOFTAC Workshop on ``Direct and Large-Eddy Simulation V'', Technical University of Munich, Germany, septembre 2003.
- Plunian F. Co-Organisateur du GDR Dynamo au Col de Porte en 2005
- Sommeria J. International Conference of Theoretical and Applied Mechanics, Varsovie 2004 : responsabilité d'un minisymposium sur 'Atmosphere and Ocean Dynamics'.  
Comité scientifique Ecole franco-italienne: 'Fundamental Problems in Geophysical and Environmental Fluid Mechanics'
- Soucemarianadin A.  
DPP2003 (mai 2003) à Barcelone  
DPP2005 (mai 2005) à Amsterdam  
NIP21 à Baltimore (septembre 2005)  
Colloque Franco-Indien sur les Nanosciences et Nanotechnologies à Bangalore (octobre 2004)
- Staquet C. Organisation d'une Ecole d'Eté internationale intitulée « Advanced computational fluid dynamics for industrial and geophysical turbulence: methods and applications » à Autrans (Isère) du 24 août au 5 septembre 2003, en collaboration avec C. Cambon, LMFA, EC Lyon
- Tardu S. 2nd International Sea Water Drag Reduction Symposium Corée du Sud, 2005 (CS). (Comité d'organisation, CO, Comité scientifique CS)  
First International Symposium on Innovation and Integration in Aerospace Sciences, Belfast, Ireland, August, 2005 (CS).  
14th European Drag Reduction Meeting (2004) Microfluidique 2004 .( CO, CS).  
Microfluidique 2004 (CO, CS)  
Congrès Français de Thermique 2003 (CS).  
Microfluidique 2002 (CO, CS)
- Thibault J.P. Co-Chairman de meeting ERCOFTAC : 13<sup>th</sup> EDRM, Aussois, 2004  
Membre du comité scientifique : 2<sup>nd</sup> ISSDR, Busan, Corée, 2005
- Verron J. Co-chair, IUTAM Symposium on Hamiltonian dynamics, vortex structures, turbulence, Moscou, 2006  
Comité scientifique Liège Colloquium on Ocean Dynamics 2004, "Marine Environmental monitoring and predictions"



## ▶ SEJOURS A L'ETRANGER SUPERIEURS A 1 MOIS OU CAMPAGNES SUR LE TERRAIN OU EN MER

Bourgoin M.	University of Cornell (USA)
Hopfinger E.	UWA, Perth 2004 EPFL, Laboratoire d'Hydraulique 2003
Matas J.-Ph.	Post-doc de septembre 2003 à décembre 2005, Duke University, NC USA. Étude des instabilités de surface dans les milieux granulaires
Penduff T.	Campagne à la mer OVIDE : Brest-Groenland-Portugal-Brest. 32 jours en juin-juillet 2004.
Pirotais F.	Séjour de 10 semaines à l'Université Libre de Bruxelles de mars 2003 à Mai 2004. Montage d'un banc d'essai moteur et réalisation d'essai de mesure de pression cylindre.

## 3.8 LES ACTIVITES NATIONALES

### ▶ PRINCIPALES RESPONSABILITES SCIENTIFIQUES ET ADMINISTRATIVES

#### ■ Responsabilités d'intérêt général au niveau local

Achard JL.	Membre du conseil de prospective du LEGI depuis 2000. Responsable de l'équipe MIP Microfluidique, Interfaces Particules unie par la convention PIM impliquant le CNRS/CEA/INPG/UJF Membre de la commission de spécialiste CSE 62ième Section. Fin du rôle de chargé de mission pour la mécanique à l'INPG à la rentrée scolaire 2003. Membre du comité de valorisation de l'INPG (2001-aujourd'hui)
Alémany A.	Responsable et créateur de l'équipe pamir du LEGI, Membre de la commission de spécialistes mécanique INPG (60 eme section)
Barnier B.	Responsable de l'équipe MEOM au LEGI (25 personnes en 2005) Membre du Conseil de l'OSUG.
Barre S.	Correspondant pour le LEGI du Master recherche « Energétique Physique » de l'INPG. Animation du « portail industrie » du LEGI : Gestion de la mise en place de certains projets de valorisation entre le LEGI et des partenaires industriels Participation à la rédaction du règlement intérieur du LEGI Participation à la mise en place du pôle de compétences recherche Energie (INPG)
Barthélémy E.	Responsable du Département « Hydraulique et Environnement » (60 élèves) de l'ENS d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble de l'INP Grenoble Membre du Conseil du laboratoire depuis janvier 2005 Membre de la CSE 60° section de l'INPG
Baudet C.	Direction PPF : Plateforme expérimentale de spectroscopie acoustique multi-échelles UJF CSE Grenoble, CSE Nice et CSE Corte, Correspondant Ecole Doctorale Mécanique-Energétique

- Brasseur P. Responsable du module TUE\_581 du M2R Terre-Univers-Environnement de l'UJF : Atelier de Modélisation numérique  
 Directeur-Adjoint du LEGI depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005 ;  
 Membre du Conseil de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, depuis 2004  
 Membre de la Commission de Spécialistes des sections 35-36-37 de l'UJF, depuis 2004
- Cartellier A. 2005→ : Directeur UMR 5519 depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2005  
 2001-2004 : Directeur-Adjoint UMR 5519  
 1991-2004 : Responsable de l'équipe « Ecoulements Diphasiques » devenue fin 2003 équipe « Ecoulements Diphasiques et Turbulences »  
 2004 → : Membre nommé de la Commission de Spécialistes 60<sup>ième</sup> Section de l'Université Joseph Fourier
- Chollet JP. Directeur de l'UFR de Mécanique (2001 – 2006)
- Cognet G. Directeur du Centre d'Initiation à l'Enseignement Supérieur (CIES) de l'Académie de Grenoble depuis octobre 2001 (130 moniteurs par an sur 3ans). Organisation des stages et suivi des moniteurs dans leurs activités d'enseignement.  
 Président de l'Assemblée des Directeurs de CIES depuis Juin 2003  
 Membre du bureau de l'AFM jusqu'en décembre 2004
- Davoust L. Responsable de la plateforme expérimentale de l'équipe MIP  
 Membre du bureau nommé à la CSE section 60 de l'INPG (fonction d'assesseur)
- Favre Marinet M. Responsable de la spécialité "Mécanique des Fluides et Transferts" du Master "Mécanique, Energétique et Ingénieries" INPG-UJF depuis 1998. En particulier, organisation et présidence de tous les jurys de soutenance.  
 Responsable du module "Thermique et Energétique" (3<sup>ème</sup> année ENSHMG)  
 Responsable de l'équipe "Transferts de chaleur et de Matière" depuis 1999  
 Membre élu du Conseil d'Administration de l'ENSHMG depuis 1995
- Ferrouillat S. Direction des études avec M. Jean-Gabriel Abbadie de la licence professionnelle « Commerce – Thermique Energétique » à partir du 01/09/2005.
- Flor J.B. Organisation du séminaire mécanique des fluide du LEGI,  
 Responsable de l'équipe THEO depuis Sept. 2004.
- Fortes Patella R. Responsable des stages de 2<sup>ème</sup> Année pour les étudiants des filières "Mécanique des Fluides Industriels" et "Energétique et Procédés" (environ 25 élèves en 2002), ENSHMG, INPG  
 membre du Conseil de l'ENSHMG-INPG  
 membre de la commission de spécialistes de l'INPG – 60<sup>ème</sup> section (période octobre 1996 à septembre 2004) ; rapporteur de plusieurs dossiers de candidature à des postes de Maître de Conférences à l'ENSHMG (2002)  
 membre du Conseil de Prospective du LEGI  
 responsable de l'EAD (Equipe d'Accueil Doctorale) "Phénomènes couplés et interfaciaux" du DEA de Mécanique des Fluides et Transfert de l'Ecole Doctorale de Mécanique et Energétique de Grenoble
- Gagne Y. Responsable Niveaux L1 et L2 Physique, Mathématique et Mécanique  
 Responsable Magistère Mécanique niveaux L3, M1 et M2  
 Responsable Poursuite d'Etudes filière Mécanique  
 Membre élu au conseil de laboratoire  
 Vice Président (fluide) de la CSE 60 UJF
- Goncalves E. Responsable stage option MNFS  
 Responsable voyage d'étude options EP/MNFS  
 Responsable emploi du temps et responsable pédagogique du département IFM  
 Membre de la CSE 60<sup>ème</sup> section
- Hopfinger E. Membre du Conseil de Prospective du LEGI

- Joussellin F. responsabilité des Poursuites d'Etudes après le DUT,  
responsable de la mise en place du Module HQE de 60h pour la 2<sup>ème</sup> année IUT GC  
Depuis juin 2003, participation aux commissions UJF de Validation d'Acquis (CVA) et Validations d'Acquis de l'Expérience (VAE).  
Depuis mai 2004, participation au Groupe « Ethique et grands projets technologiques » animé par l'INPG : rédaction d'une charte pour les élèves ingénieurs présentée en janvier 2005.  
Depuis mars 2002, membre de l'association grenobloise « Pour la Parité dans les métiers scientifiques et techniques ».
- Larroude P. Gestion d'emploi du temps de la salle inter-ufr Carism de l'ufr de mécanique  
Gestion d'emploi du temps du DESS Modélisation et Simulation en Mécanique  
Responsable de Master 2 Pro, MEI Modélisation et Simulation en Mécanique depuis 2004  
Elu à la commission de spécialistes section 60 de UFR de Mécanique. Depuis 1998  
Elu au conseil de laboratoire au LEGI : représentant du collège B. 1998-2004.
- Le Person S. Responsable de la Maîtrise Génie des Systèmes Industriels Option Génie des Procédés Thermiques  
Responsable POOL de Travaux Pratiques Procédés Thermiques (IUP Génie des Systèmes Industriels)  
Membre commission Formation UFR de Chimie  
Membre titulaire de la commission de spécialistes énergétique – génie des procédés (62<sup>ème</sup> section)  
Vice président rang B de la commission de spécialistes conjointe génie des procédés et chimie
- Lesieur M. Chef de l'équipe "Modélisation et simulation de la turbulence  
Responsable du module de 3<sup>ème</sup> année de l'ENSHMG intitulé : Mécanique des fluides avancée et applications »
- Maitre T. Responsable du module de 3<sup>ème</sup> Année de l'ENSHMG intitulé : Interactions Fluides-structures.  
Responsable HMG de la future filière INPG « Mécanique Energétique »  
Membre suppléant de la commission d'hygiène et sécurité de l'INPG  
Représentant des rangs B élu au Conseil de Spécialistes INPG
- Marty P. Responsable de la Filière Thermique de l'IUP GSI de 2001 à 2003  
Directeur de l'IUP GSI depuis 2003  
Membre élu de la CSE 62 de l'UJF, de l'INSA-Lyon, de l'Univ. De Chambéry  
Co-responsable (avec A. Bontemps) du Programme PPF Microtherm
- McCluskey F. Chef de Département Génie Thermique et Energie, IUT  
Responsable relations internationales (stages et poursuites d'études)  
Membre de la commission recherche UFR Mécanique
- Métais O. Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble (ENSHMG) depuis septembre 2002 (500 étudiants).  
Responsable du Département Ingénierie des Fluides et de la Mécanique, jusqu'en septembre 2002 (200 étudiants).  
Président de la Commission de Spécialiste *Mécanique*, de l'INPG jusqu'en septembre 2002
- Michallet H. Responsable adjoint de la filière « Océan – Atmosphère – Hydrologie » du Master 2 Recherche « Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement »  
Responsable service informatique du LEGI
- Pellone C. Trésorier de l'Association Grenobloise pour la promotion de la mécanique des fluides
- Penduff T. Membre du Conseil de Laboratoire (LEGI) depuis 2004 et pour les 4 ans à venir

- Pirotais F. Responsable des stages à l'IUT GTE à compter du 1<sup>er</sup> septembre 2005
- Plunian F. 2001-2004 Responsable TICE du département GMP de l'IUT.  
2003-2004 Directeur des Etudes des Sportifs de Haut Niveau (GMP)  
2003-2004 Coordinateur des cours SHN communs à 3 départements de l'IUT  
2002 membre élu du conseil du département GMP de l'IUT  
2004 membre élu du conseil du LEGI
- Séchet P. Responsable programme inter-écoles Procédés Industriels et Management Environnemental pour l'ENSHMG.  
Responsable 2A PIME pour l'ENSHMG, l'ENSIEG, l'ENSEEG et l'EFPG (gestion du tutorat des cours de remises à niveau en 2A ~ 25 élèves)  
Responsable module Génie Urbain et Qualité des Eaux (3A ENSHMG – département HE 25 élèves)  
Responsable Module Assainissement IUP GCI (UJF)  
Responsable Module TP Mécanique de fluides 2A ENSHMG (4 options – 25 groupes TP/ans – 8 TP/groupes)  
Membre CA de l'Ecole.  
Membre du Conseil Restreint de l'Ecole  
Membre Conseil de laboratoire LEGI  
Membre commission spécialiste INPG section 60
- Sommeria J. Responsable de l'équipe Coriolis du LEGI  
Membre du Comité de prospective du LEGI.  
Membre du conseil scientifique de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble'.  
Membre du collège doctoral de l'INPG (représentant l'Ecole doctorale TUE)
- Soucemarianadin A. Directeur de l'IUP Modélisation et Simulation de Systèmes Industriels de l'UJF à Valence  
Responsable de l'enseignement de mécanique au Centre Drôme Ardèche, Université Joseph Fourier à Valence  
Chargé de Mission Relations Industrielles et Valorisation auprès du Vice-Président Recherche  
Directeur-Adjoint du Centre Drôme-Ardèche, Université Joseph Fourier à Valence  
Président de la Commission de Spécialistes UJF 11-70-71 (Anglais et Sciences de la Communication)  
Responsable de projet « Maison des Master » du contrat CPER
- Staquet C. Responsable de l'équipe Theo depuis sa création en décembre 1999 jusqu'en août 2004;  
Membre du conseil du laboratoire jusqu'en décembre 2004.  
Responsable de la commission informatique jusqu'en mai 2002; je suis toujours membre de cette commission.  
Chargée de mission pour la mécanique auprès du vice-président recherche (depuis septembre 2000);  
Présidente de la commission HDR de l'UJF pour la discipline mécanique (depuis avril 2004).  
Membre du conseil scientifique de l'Ecole Doctorale « Mécanique et Energétique » (depuis oct 2000).  
Membre élue de la commission de spécialistes 60ème section de l'UJF (depuis 1998).
- Tardu S. 2003- Chargé des relations internationales UFR de mécanique.  
2003- Membre du CA de l'Association Universitaire de Mécanique (AUM).  
Chargé de la commission recherche.

- 2000-2003 Représentant nommé au sein du Conseil du Laboratoire LEGI
- Thibault J.P. Directeur adjoint du LEGI : chargé du dossier GEMME (GEnie de la Mécanique des Matériaux et de l'Environnement) projet regroupant 10 laboratoires du campus grenoblois.  
Animation du groupe locaux et membre du comité de pilotage de GEMME  
Membre de la commission de spécialiste d'établissement 60ème section(UJF)
- Verron J. Commission de spécialiste 60ème UJF (2000-2004)  
Direction du LEGI (2001-2004)
- Voisin B. Correspondant Ressources Bibliographiques du LEGI  
Participation à la Commission de Sélection des Titres UJF/INPG  
Mise en place de l'accès au service Gael de documentation électronique UJF/INPG, et assistance aux utilisateurs  
Représentation de l'équipe MEOM au sein du service documentaire DocOSUG de l'OSUG  
Responsable Web du LEGI  
Conception et pilotage d'une refonte (en cours) du site du LEGI sous forme de site dynamique utilisant un kit graphique fourni par le CNRS  
Responsable Web de l'équipe THEO

■ **Responsabilités d'intérêt général au niveau national (EPST, Programmes, GDR, Entreprises,...)**

- Achard J.L. Lancement en 2002 un programme d'études nommé HARVEST (Hydroliennes à Axe de Rotation Vertical STabilisé) regroupant plusieurs laboratoires de la région Rhône-Alpes . Les trois de Grenoble (LEGI, LEG, 3S) sont rattachés au CNRS, à l'INPG et à l'UJF tandis que celui de Lyon (LDMS) est rattaché à l'INSA de Lyon
- Alémany A. Contribution au programme pluriformations du MNERT 2000-2004 dans le cadre du quadriennal UJF Programme intitulé: "Etude de l'effet dynamo" associant les laboratoires LEGI et LGIT (Laboratoire de Géophysique Interne de la Terre).  
Expert pour le département Chimie du CNRS depuis avril 2003
- Barnier B. Chargé de mission INSU pour l'océanographie opérationnelle et côtière
- Baudet C. GDR Turbulence  
Programme Thématiques Prioritaires Acoustique Région Rhône-Alpes  
Membre expert auprès de la MSTP, DSU8 Sciences Pour l'Ingénieur
- Brasseur P. Responsable scientifique de la composante assimilation du projet Mercator d'océanographie opérationnelle, depuis 2003 ;  
Membre du Conseil National des Universités (section 37), depuis 2003 ;  
Membre de la Commission de Spécialistes de la section 37 de l'USTV (Toulon), depuis 2004.
- Cartellier A. Membre du Comité Scientifique INCA "Mélange et Combustion Haute Pression" (2002→)  
Participant GdR « Structure de la Turbulence et Mélange » (2004→)  
Membre du Comité de Pilotage de la thèse de N. Kadem, Cemagref Aix-en-Provence (2003→2005)
- Cognet G. Chargé de Mission de la Prospective auprès du Directeur de la MSTP (Ministère de la Recherche)  
Membre représentant le Ministère public au Comité Consultatif de l'Enseignement Supérieur Privé
- Flor J.B. Responsabilité du thème : 'Instabilité, cyclones intenses' dans le cadre du programme Catastrophes Naturelles (CATNAT)  
Commission de spécialistes INP Toulouse 2004-2008
- Gagne Y. Membre du conseil scientifique du GDR "Structure de la Turbulence et mélange"

- Hopfinger E. Membre du Comité Scientifique COMPERE  
Membre du Comité Scientifique du GDR « Sciences de la matière  
Comité de Prospective CNES 2002
- Le Person S. Groupe de travail Microfluidique (Société Hydrotechnique de France)
- Maitre T. Expertises régulières pour la Société Allimand, Rives, Machines à Papier.  
Valorisation pour la Société Arjowiggins, mars2005 – Septembre 2005,  
Fabrique de papier  
Valorisation pour la Société H3E, 6 mois en 2004, Micro-hydraulique
- Michallet H. Responsable du projet « Hydrodynamique de la zone affectée par le  
déferlement » (PATOM-INSU) regroupant une trentaine de chercheurs d'une  
dizaine de laboratoires.
- Penduff T. Membre de l'équipe Projet du programme international DRAKKAR (France-  
Allemagne-Russie, Finlande), faisant l'objet d'un PICS du CNRS.  
Membre du Groupe Scientifique sur la Topographie de Surface des Océans  
(NASA-CNES)
- Sommeria J. membre du Comité National du CNRS, section 13 : 2000-2004.  
membre commission de spécialistes ENS (Paris), Terre-Atmosphère-Océan  
participation à des comités d'évaluation de laboratoires ou départements:  
- Laboratoire de Physique des Océans (Brest) : 10-11/10/2002  
- IRPHE (Marseille) : 13-14/11/2002  
- Ecole Normale Supérieure (Paris), Dépt. Terre-Atmosphère-Océan  
15/05/2003  
- Laboratoire Roberval, Univ. Technologique de Compiègne : 14/01/2005
- Soucemarianadin A. Coordinateur opérationnel du programme ARCUS (Région Rhône-Alpes et MAE)
- Staquet C. Membre du comité de programme « Mécanique des fluides » du centre de calcul  
IDRIS<sup>1</sup> (depuis 2001).  
Membre du conseil d'administration du GIS (groupement d'intérêt scientifique)  
entre le laboratoire LIRIGM<sup>2</sup> et le LCPC<sup>3</sup>.  
Membre du conseil scientifique du Pôle Européen Pilote pour la Turbulence  
(1993-1997), devenu « Centre Pilote Lyon-Grenoble » en 1998.
- Verron J. Membre du Conseil Scientifique du Groupe Mission MERCATOR-CORIOLIS  
Membre du Conseil Scientifique du projet MERCATOR  
Membre de la Commission Scientifique "Sciences Physiques et Chimiques de  
l'Environnement Planétaire" (CSS1) de l'IRD  
Membre de la Délégation permanente de la CSS1 de l'IRD  
Membre du groupe "Terre-Atmosphère-Océan-Biosphère" du Comité des  
Programmes Scientifiques du CNES  
Investigateur Principal du satellite altimétrique Topex/Poseidon  
Investigateur Principal du satellite altimétrique Jason-1  
Membre de la section 19 du comité national, membre du bureau

► **EXPERTISES SCIENTIFIQUES**

■ **Revues**

Achard J.L. Journal of Fluid Mechanics, Canadian Journal of Chemical Engineering

1IDRIS : Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique (centre de calcul du CNRS).

2LIRIGM : Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche impliquant la Géologie et la Mécanique (Grenoble).

3LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

- Alémany A. Revues : environ 25 expertises depuis 2002. Heat and Mass Transfer, Journal of Applied Mechanics and Engineering, Journal of Physics: Condensed Matter, Journal of physics D: Applied Physics., Electrochimica Acta, Journal of Electrochemical Society, Energy Conversion and Management, International Journal of Thermal Sciences, Cryogenics, Chemical engineering science,
- Barnier B. Journal of Physical Oceanography, Journal of Geophysical Research, Nature, Science, Climate Dynamics, International Journal of Climatology, Journal of Marine Systems, Journal of Marine Sciences, Dynamics of Atmosphere and Oceans, Journal of Turbulence, Ocean Modelling, Journal of Fluid Mechanics, Deep Sea Research, Geophysical Research Letters, Progress in Oceanography, Global Ocean Atmosphere System, ...
- Barre S. Journal of Fluid Mechanics
- Barthélémy E. Coastal Engineering, CRAS, EPJ Applied Physics, Europ J. Mechanics
- Baudet C. PRL, PRE, EuroPhysics Letter, EPJ B, Fluid Dynamics Research
- Bourgoin M. Physica D
- Brasseur P. Editorial assistant, puis membre du comité de rédaction du *Journal of Marine Systems* (Elsevier Sci. Publ.) depuis 1990 ;  
Co-éditeur du numéro spécial du *Journal of Marine Systems*, 40-41, 405 pp. (Elsevier Sci. Publ.) dédié à : « The use of data assimilation in coupled hydrodynamic, ecological and bio-geo-chemical models of the ocean », 2003 ;  
Membre du Comité de Rédaction de la « Mercator News Lettre », depuis 2004 ;  
Arbitrage régulier de publications scientifiques dans les revues suivantes :  
Journal of Geophysical Research, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Ocean Modelling, Continental Shelf Research, Deep-Sea Research.
- Cartellier A. Particle and Particle Systems Characterisation, 2002 ; Environmental Fluid Mechanics 2002 ; Rev. Sci. Instrum. 2004 ; Experimental Thermal and Fluid Science 2003/ 2004 ; JFM 2003 ; Chem. Eng. Sci. 2004(2) ; Chemical Engineering and Processing 2002 ; Int. J. Multiphase Flow 2002/ 2003(3) ; Can. J. Chemical Eng. 2002/ ; Experiments in Fluids / 2003 (2)/
- Chollet JP. Flow, turbulence and Combustion
- Cognet G. International Journal of Heat and Mass Transfer
- Davoust L. Phys. Fluids, Int. J. Num. Methods Heat & Fluid Flows, Exp. Fluids, CRAS
- Favre-Marinet M. Physics of Fluids, J. of Micromechanics and Microengineering, Int. J. of Thermal Sciences, Int. J. of refrigeration, CRAS
- Flor J.B. Revues : J. Fluid Mech 7; Physics of Fluids 4, Dynamics of Atmospheres and Oceans 7 ; European Journal of Mechanics 1
- Fortes Patella R. Journal of Fluid Engineering, Multiphase Science and Technology, European Journal of Mechanics B/Fluids et pour la revue Mécanique et Industries
- Franc J.P. Journal of Fluid Engineering
- Gagne Y. JFM, Phys. Fluids, PRE, PRL, JoT, CRAS
- Hopfinger E. JFM, Phys. Fluids, Fluid Dynamics Res., Phys. Ref. Lett., EJM,  
Editorial Board de MECCANICA
- Hurther D. Geophysical Review Letters (AGU) ; Journal of Atmospheric and Oceanic Technologies (AMS) ; Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Larroude P. Hydrolics Research Journal
- Lesieur M. Je suis Editeur-Fondateur depuis 2000 du "Journal of Turbulence" (Taylor and Francis). Membre de l'Ed. Board de "Dyn. Atm. Oceans" ; "Flow, Turbulence and Combustion" ; ERCOFTAC Bulletin  
J. Fluid Mech., Phys. Fluids, New J. Phys., Phys. Rev Let., Phys. Rev. E., C.R.Acad. Sci.
- Marty P. Int. J. Heat and Mass Transfer, Int. J. Thermal Sciences
- McCluskey F. Journal of Heat Transfer, Journal of Electrostatics, IEEE Transactions Dielectrics
- Métais O. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences ; Environmental Fluid Mechanics ; Flow, Turbulence and Combustion} ; Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics ; International Journal of Heat and Fluid Flow; International Journal of Heat and Mass Transfer; Journal of Computational Physics; Journal of Fluid

- Mechanics (environ 30); Journal of Turbulence; Non-linear Processes in Geophysics; Physica D; Physics of Fluids (environ 20)
- Michallet H. European Journal of Mechanics B / Fluids, Physics of Fluids, ASCE J. of Waterway, Port, Coastal & Ocean Engineering
- Pellone C. Journal of Fluid Engineering (2)
- Penduff T. Journal of Geophysical Research, Climate Dynamics, Journal of Physical Oceanography, Geophysical Research Letters
- Plunian F. Journal of Fluid Mechanics ; Physics of Fluid
- Séchet P. Journal of hydraulic research
- Sommeria J. Nature, J. Fluid Mech., Physics Fluids, Experiments in Fluids, Physica D, European J. Mech., CRAS
- Soucemarianadin A. Physics of Fluids ; Experiments in Fluids ; Journal of Imaging Science and Technology
- Staquet C. Geophysical Astrophysical Fluid Dynamics (GAFD) ; Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society (QJRMS) ; Physics of Fluids ; Journal of Fluid Mechanics (JFM) ; International Journal of Heat and Fluid Flow (IJHFF)
- Tardu S. J. Fluid Mechanics ; Phys. Fluids ; Experiments in Fluids ; Int. J. Heat and Fluid Flow ; Int. J. Heat and Mass Transfer ; J. Fluid Eng.; J.of Turbulence ; Numerical Heat Transfer ; CRAS
- Thibault J.P. Journal of Turbulence ; Journal of Physics : D applied Physics
- Verron J. Journal of Physical Oceanography, Journal of Fluid Mechanics, Comptes-Rendus à l'Académie des Sciences, Physics of Fluids, Oceanologica Acta, Fluid Dynamics Research, Dynamics of Atmosphere and Oceans, Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics, Journal of Geophysical Research, Journal of Marine Systems, Marine and Freshwater Research, Journal of the Meteorological Society of Japan, Tellus, Geophysical Research Letter, Non-linear Processes in Geophysics, Annales Geophysicae, Ocean Modeling, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, divers chapitres de livres, ...
- Voisin B. Expertises effectuées : 6 (Journal of Fluid Mechanics), 2 (Physics of Fluids), 1 (Dynamics of Atmospheres and Oceans), 2 (TUGboat). Expertises refusées faute de temps : 3 (Journal of Fluid Mechanics), 1 (Journal of Engineering Mathematics)

#### ■ Organismes nationaux

- Achard J.L. Conseiller Scientifique au CEA Grenoble pour les périodes suivantes : Mars 03 / Mars 04 – Mars 04 / Mars05 – Mars 05 / Mars 06
- Alémány A. Eptertise pour la DGA à propos de la MHD
- Ayoub N. Review d'un projet proposé dans le cadre de l'appel d'offres du Groupe Mission MERCATOR/CORIOLIS 2005
- Barnier B. PATOM, PNEDC, GMMC, ACI ministérielles, Région Midi Pyrénées, Région PACA.
- Barre S. Consultant de la société AUTOLIV (fabricants de systèmes de sécurité passive pour automobiles). Aérodynamique instationnaire à l'intérieur des portières de voitures. Pas de durée précise, collaboration au coup par coup.
- Baudet C. Expert ACI Ministère, Expert MSTP DSU 8
- Brasseur P. Pilotage de l'équipe de R&D Assimilation : mis à disposition (à 20% ETP) du GIP Mercator-Océan à Toulouse, depuis 2003.  
Diverses expertises réalisées à la demande des comités de pilotage de programmes nationaux (PATOM, PNEDC, GMMC, Ministère de la Recherche) et du CNES ;
- Cognet G. Expertises diverses pour le compte de la MSTP( Ministère de la Recherche)  
Animation de Comités de Rédaction de Rapport divers de Prospective :  
L'énergie au XXI<sup>e</sup>siècle ( janvier 2004 – 73 p)  
Nanosciences et Nanotechnologies( Mai 2005 (82p)



Gagne Y.	Expert ACI Ministère
Hopfinger E.	Expert ACI Ministère
Larroude P.	Comité de lecture des Journées Nationales Génie Civil-Génie Côtier
Lesieur M.	Ministère de la Recherche
Métais O.	Membre d'un groupe d'experts auprès du CNES sur la <i>thermique des moteurs fusée</i> , Mars à Juin 2003. Mission scientifique universitaire, Ministère de l'Education Nationale de la Recherche et de la Technologie.
Michallet H.	expertise d'un projet proposé au PATOM
Penduff T.	Groupe Mission Mercator – Coriolis, PATOM
Sommeria J.	Programme PATOM (INSU) MERT (DG11) et ANR
Thibault J.P.	Expertise : Propulsion MHD pour l'institut de l'Ecole Normale Supérieure
Verron J.	CNRS (INSU, SDU, SPI, SPM), la DRI/CNRS, la DGA, l'ORSTOM (Programmes, UR), l'IRD (UR, ATI, ...), l'IFRTP, le MENRT (ACI, PPF, JE, ...), le MAE (CORUS), ...

#### ■ Jury de concours

Barthélémy E.	Jury de recrutement d'un poste IR CNRS en 2005
Cartellier A.	Jury de recrutement d'un poste IR CNRS en 2005
Chollet JP.	Jury recrutement CR du CEMAGREF
Cognet G.	Concours ENSGI chaque année
Michallet H.	Jury de recrutement poste AI INPG en 2005

#### ▶ MEMBRES DE GROUPE DE TRAVAIL NATIONAUX

Barnier B.	2001 - 2002: Membre du comité exécutif (CE) du projet MERCATOR jusqu'à la création du GIP. Mercator-Océan. 2002: Membre du comité d'évaluation du LSEET (Toulon). 2001-2002: Conseiller à l'INSU pour l'Océanographie Opérationnelle et membre du comité exécutif du projet MERCATOR. 2002: Membre du comité d'audit du CERSAT de l'Ifremer (Brest).
Brasseur P.	Membre du Comité scientifique TOSCA du CNES, depuis 2003 ; Membre du Comité Thématique Environnement (CT1) de l'IDRIS, depuis 1999 ; Membre du Groupe de Travail BIONUTS (Rôle des <i>Nutritifs Biophiles</i> sur la structure de la couleur de la mer et des écosystèmes marins).
Bourgoin M.	GDR Dynamo, GDR Turbulence
Cognet G.	Mission Scientifique Technique et Pédagogique du Ministère de la Recherche
Davoust L.	Membre du comité scientifique du PPF "Dynamique des systèmes complexes", Fev. 2003, direction du PPF : Prof. Chaouqi Misbah, Villars de Lans
Hopfinger E.	Groupe de travail Sciences de la Matière CNES Comité d'évaluation du LadHyx en 2004 et du LABM, Marseille en 2002 et 2005
McCluskey F.	ADC génie thermique et énergie
Pellone C.	Affilié au projet HARVEST sur les hydroliennes (initié par JL Achard en 2000). Réponse collective de HARVEST à un appel d'offre de l'Agence Nationale de la Recherche.
Penduff T.	ACI dirigée par Didier Bresch (LMC, Grenoble) : Aspects mathématiques et numériques pour les paramétrisations en océanographie
Plunian F.	GDR Dynamo, GDR Turbulence

- Tardu S. Membre des GDR Turbulence, Contrôle du décollement, Micro nano thermique.  
Membre du réseau et du groupe de travail microfluidique.
- Thibault J.P. Membre du GDR CDD
- Verron J. Membre du Comité d'Evaluation du LEGOS (Toulouse)  
Membre du comité d'Evaluation du Laboratoire d'Océanographie Spatiale (LOS),  
Brest  
Membre du Comité d'Evaluation du LEGOS, Toulouse  
Membre du comité d'Evaluation du Département d'Océanographie Physique et  
Spatiale (DOPS), Brest  
Membre du Comité d'Evaluation de la FR 1818

► **PRIX ET DISTINCTIONS SCIENTIFIQUES**

- Lesieur M. Elu à l'Académie des Sciences, section Sciences Mécaniques – Nov. 2003
- Sommeria J. Prix Jaffé 2003, décerné sur proposition de l'Académie de France

## 3.9 LES BREVETS LICENCIES ET LOGICIELS

### Nouveaux brevets

Type de dépôt (INPI, OEB)	N° de dépôt	Date de dépôt	Titre du brevet	N° de publication	Déposants	Inventeurs	Type d'extension (OEB, PCT)	N° de dépôt pour l'extension	Date de dépôt de l'extension
INPI	FR 02 09822	17/07/03	Dispositif d'injection et de mélange de micro-gouttes liquides	2 843 048	C.E.A.	FOUILLET Y. ACHARD J.L. FUCHS O.	OEB	EP 1 386 657	17/07/03
INPI	FR 01 08346	25/06/01	Procédé et dispositif de mesure des vitesses de liquides dans des conduites et canaux	2 826 455	U.L.P. Strasbourg	SCRIVENER O. HURTHUR D. FISCHER S. SCHWALLER B. SCHMITT P.	OEB PCT	EP 1 399 716 WO 03001159	24/06/02
INPI	FR 02 03690	25/03/02	Procédé de concentration de macromolécules ou agglomérats de molécules et colloïdes	2 837 401	CEA CNRS	BERTHIER J. DAVOUST L.	PCT	WO 03080209	24/03/03
INPI	FR 03 50934	28/11/03	Microsystème pour le déplacement de fluide	2 863 117	CEA CNRS	GLIERE A. MASSE D. ACHARD J.L.	PCT	WO 05052368	25/11/04
INPI	FR 01 11883	12/09/01	Method and Device for isolation and/or Determination of an Analyte	2 829 576	Biomerieux & C.E.A.	GINOT F. ACHARD J.L. DRAZEK L. PHAM P.	OEB PCT	EP 1 429866 WO 03022436	12 / 09 / 02
INPI	FR 04 50276	16/02/04	Dispositif de contrôle du déplacement d'une goutte entre deux ou plusieurs substrats solides	2 866 493	CEA CNRS	ROUX J.-M. ACHARD J.L. FOUILLET Y.	OEB	EP 1 564 879	16/02/04
INPI	FR 04 50209	04/02/04	Turbomachine hydraulique	2 865 777	INPG	ACHARD J.L. MAITRE Th.	PCT	WO 05075819	18/08/05
INPI	FR 05 50420	14/02/05	Dispositif de maintien d'une turbomachine hydraulique		INPG	ACHARD J.L. IMBAULT D.			
INPI	FR 05 08100	28/07/05	Dispositif d'extraction air/eau par collection électrostatique semi humide		C.E.A.	GALBRUN E. ACHARD J.L. FOUILLET Y. RAYMOND C.			
INPI	FR 05 08220	02/08/05	Déplacement d'une goutte sautillante		C.E.A.	ROUX J.M. ACHARD J.L. FOUILLET Y.			
INPI	FR 05 04340	29/04/05	Procédé de réalisation d'une paroi, en particulier d'un micro-échangeur thermique, comprenant en particulier des nanotubes	En cours	UJF + CEA & CNRS)	BONTEMPS A. MARECHAL A. AYELA F. FOURNIER Th.	-	-	-

### Protection de Logiciels :

Barnier B. Protection de logiciels : Contribution au développement du code numérique NEMO (outil national)

Cartellier A & Séchet Ph Protection de logiciels : 1 APP en cours de rédaction

### Cession de licences et de savoir-faire

Thibault J.P. Une convention d'exploitation (industrialisation et commercialisation) de résultats et de savoir-faire sur les tuyères à écoulement diphasique super-critique pour la lutte contre l'incendie est en cours de négociation entre SIEMENS et UJF+CNRS pour une durée de 8 ans (EDT).

### Incubation / Participation à des sociétés

Cartellier .A Participant au projet d'incubation de la société Ascension Photonics porté par Stéphane GLUCK, et visant à valoriser plusieurs capteurs à base d'optique.

Sommeria J. Développement d'un ensemble de logiciels, sous licence GPL, pour l'imagerie et la vélocimétrie en mécanique des fluides, en partenariat avec la société GDID.

Thibault J.P. Convention d'exploitation de résultats et de savoir-faire : tuyères diphasiques à jet de brouillard pour la lutte contre l'incendie (SIEMENS / UJF-CNRS) en cours de négociation pour une durée de 8 ans.

## 3.10 L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ET DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

### ► ORGANISATION DE SEMINAIRES AU LEGI : OCTOBRE 2001- SEPTEMBRE 2005

#### 2001

4 octobre Expériences de vortex étirés, modèles de filaments de vorticité  
Philippe Petitjeans, Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes (LPMMH)

18 octobre The Sequence-of-Bifurcations Approach Towards the Understanding of Coherent Structures in Turbulence  
F. H. Busse, University of Bayreuth, Germany.

8 novembre Mesure lagrangienne en turbulence: réalisation expérimentale et analyse statistique du signal de vitesse  
Nicolas Mordant, Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon

22 novembre Diffusion d'impuretés dans les liquides en présence de convection naturelle : application à la mesure de diffusivités dans les métaux liquides.  
Valéry Botton, EPM-Madylam

6 decembre L'origine des courants profonds dans le bassin du Brésil  
Anne-Marie Treguier, N. Hogg, M. Maltrud, K. Speer, V. Thierry Laboratoire de Physique des Oceans Ifremer,

13 decembre Pourquoi les écoulements ouverts sont-ils différents?  
Jean-Marc Chomaz, LadHyX, CNRS-Ecole Polytechnique

#### 2002

10 janvier Potential vorticity dynamics in the atmosphere of Jupiter  
Peter L. Read, Trinity College, University of Oxford, Atmospheric, Oceanic & Planetary Physics,

17 janvier Tropical convection as a turbulent system with extreme event statistics  
Jun-Ichi Yano, Laboratoire d'Aérologie, Observatoire

31 janvier Mantle Convection, the Cooling Earth and Global Glaciation  
Dick R. Peltier, Department of Physics, University of Toronto

7 février On the Use of Laboratory Experiments as Benchmarks for Numerical Models  
Don L. Boyer, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Arizona State University

28 février Wave attractors due to symmetry breaking in stratified and/or rotating fluids  
Leo Maas, Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ)

14 Mars Instabilité d'un lit granulaire cisailé par un fluide visqueux  
Francois Charru, IMF Toulouse

28 Mars Conférence de l'IUF-Grenoble L'action de l'homme sur le climat : certitudes et incertitudes  
Hervé Le Treut, Laboratoire de Météorologie Dynamique, Paris

4 Avril Ondes en milieux complexes  
Bart van Tiggelen, Laboratoire de Physique et Modélisation des Milieux Condensés (LPM2C)

2 mai Ecoulement d'une masse granulaire sur une pente  
Olivier Pouliquen, IUSTI, Technopole de Chateau Gombert

23 mai Statistical mechanics for geophysical flows : from Jovian atmosphere modelisation to the parameterization of small scale turbulence  
Freddy Bouchet, Università degli studi di Firenze Dipartimento di energetica "Sergio Stecco"

13 Juin Paramétrisation des instabilités baroclines dans un modèle minimal  
Achim Wirth, University of Georgia Athens, USA

20 Juin Suivi d'interfaces déformables en écoulement de Stokes : application aux capsules artificielles et aux cellules  
Etienne Lac, Université de Technologie de Compiègne

27 Juin Numerical investigation of forced wave propagation toward a critical level in two geophysical shear flows  
Sherwin Maslowe, Dept. of Mathematics, McGill University Montreal

19 septembre Etude de la transformation des vagues en zone de surf  
Philippe Bonneton, Département de Géologie et d'Océanographie UMR EPOC, Univ. Bordeaux I

24 octobre Ecoulements induits par une phase dispersée *Sédimentation de particules solide*  
Eric Climent, Institut de Mécanique des Fluides et des Solides de Strasbourg

14 novembre Jet in Cross-Flow – Effect of the Cross-Flow Structure  
Václav Uruba, Department of Fluid Dynamics, Institute of Thermomechanics ASCR, Prague, Czech Republic

21 novembre Instabilités dans les jets tournants et contrôle de l'éclatement tourbillonnaire.  
Francois Gallaire, LadHyx, Ecole Polytechnique

## 2003

23 janvier Instabilités hydrodynamiques d'un jet de liquide  
Arthur Soucemanadin, LEGI, Université Joseph Fourier

6 février Generation and scattering of internal tides  
Theo Gerkema, LEGI, Université Joseph Fourier

3 avril Internal wave generation by tidal flow over supercritical topography in the deep ocean  
Kevin G. Lamb Department of Applied Mathematics, University of Waterloo

10 avril Turbulence effects in the Perm screw dynamo device  
K.-H. Raedler Institut d'Astrophysique de Potsdam

24 avril New structures in free surface flows

John W. M. Bush Department of Mathematics, Massachusetts Institute of Technology

6 mai Mesoscale parameterisation and modelling of effects of surface drag, elevation and heating  
Julian C. R. Hunt Space & Climate Physics, Geological Sciences, Mathematics, University College London

15 mai Visualisation quantitative d'écoulements par microholographie numérique : mesure des vitesses et des granulométries de particules  
Christophe DUCOTTET, Corine FOURNIER et Jérôme SENESCHAL Laboratoire TSI

5 juin Mesure de viscosité turbulente dans un fluide en rotation  
Philippe Cardin, Berangere Deleplace et Daniel Brito LGIT, Observatoire de Grenoble.

12 juin Dynamique des longues bulles  
Christophe Clanet IRPHE - Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre,

17 juillet Sound transmission in two-phase slug flows  
A. Biesheuvel J.M. Burgers Centre for Fluid Mechanics, University of Twente

4 septembre Experiments to study interactions between baroclinic lower flows and a stably stratified upper layer  
Prof. Toshihiko Tajima, Fukui Prefectural University

2 octobre Comment vieillit un verre de bière ?  
Annie Colin, Centre de Recherche Paul Pascal, Bordeaux.

17 octobre Modélisation des écoulements diphasiques : approche générale eulerienne et une application à "l'atomisation" d'un jet liquide.  
Roland Borghi, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille

30 octobre 16:00 Interaction of vortices with islands and gaps  
Professor ER Johnson, Department of Mathematics, UCL, London,

6 novembre Stabilité et atomisation des nappes liquides  
Nicolas Bremond, IRPHE, Marseille

20 novembre Pourquoi étudier la physique quotidienne ?  
Francois Graner, Spectrométrie Physique, Grenoble

27 novembre On the PDF Approach for modelling dispersed turbulent flows  
Professor Michael Reeks, European Joint Research Centre, Institute for the Environment and Sustainability

4 décembre Migration thermocapillaire d'un ensemble de bulles sphériques  
Professor A. Sellier LadHyX. Ecole Polytechnique, Paris

11 décembre Ecoulements de particules dans une conduite  
Elisabeth Guazzelli IUSTI CNRS

## 2004

8 janvier Fractal patterns formed by growth of radial viscous fingers  
Olivier Praud CNLD, University of Texas at Austin

15 janvier Partie I : Ebullition sur un fil en régime transitoire; Partie II : Convection naturelle autour d'une source linéique  
Marie-Christine Duluc, LIMSIS-CNRS,

29 janvier Invariance d'échelle de taille finie et non localité: vers un nouveau modèle de la turbulence  
Béregère Dubrulle, Groupe Instabilité et Turbulence CEA/DRECAM/SPEC

19 février Observations of the Labrador Sea eddy field  
Jonathan Lilly, Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie Paris.

4 mars, Research on open-channel bends  
Koen Blanckaert Laboratoire d'Hydraulique Environnementale, EPF Lausanne,

10 mars, Instabilités et désordre dans les liquides s'écoulant d'un surplomb  
Philippe Brunet KTH - Royal Institute of Technology, STOCKHOLM

18 mars, Induction magnétique en lien avec la dynamo.  
Philippe Odier Ecole Normale Supérieure de Lyon

16 avril Deux problèmes fortement non linéaires de surface libre  
Laurent Duchemin D.A.M.T.P., Centre for Mathematical Sciences

3 Juin Gravity currents and turbulent plumes down slopes into stratified environments  
Peter Baines Dept of Civil and Environmental Engineering, Université de Melbourne

10 Juin Description multifractale unifiée des fluctuations dissipatives et inertielles de vitesse  
Eulérienne et Lagrangienne en turbulence pleinement développée  
Laurent Chevillard Laboratoire de Physique , ENS Lyon

25 Aout Modélisation Mathématique et Simulation Numérique des Ecoulements sur des  
Géométries Complexes et Mobiles: La Méthode de la Frontière Immersée  
Dr Ing. Aristeu Silveira-Neto Federal University of Uberlândia, Heat and Mass Transfer and Fluid  
Dynamic Laboratory

23 Septembre Particle transport by a vortex soliton  
Yoshi Kimura Graduate School of Mathematics, Nagoya University,

14 Octobre La turbulence en rotation : transition 3D-2D ?  
Frédéric Moisy Laboratoire FAST

27 Octobre Nonlinear Internal Wavebeams  
Triantaphyllos Akylas Department of Mechanical Engineering, M.I.T.

25 Novembre Bioluminescence du plancton marin  
Patrice Le Gal Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre

1 Decembre Upper Ocean Turbulence in the presence of Waves  
Eugene Terray Dept. of Appl. Ocean Physics and Engineering Woods Hole Oceanographic  
Institution

2 Decembre Vortex Dynamos  
Stefan G. Llewellyn Smith Department of Mechanical and Aerospace Engineering UC San Diego

16 Decembre Dispersion latérale dans un champ de tourbillons sous-mesoéchelles  
Pascale Lelong NorthWest Research Associates

## 2005

10 Février Too much of a good thing? Rigorous bounds in stratified shear flows.  
Colm-Cille Caulfield University of California

4 Mars Modélisation et Résolution de la Propagation de Fronts de transition de phase  
Olivier Le Metayer et Richard Saurel Polytech Marseille Institut Universitaire de France

31 Mars Instabilités et turbulence dans une couche de fluide cisailée en rotation.  
Nathanael Schaeffer, L.G.I.T.

14 Avril Analyse multifractale pratique et turbulence  
Bruno Lashermes ENS Lyon

3 Mai Modélisation non-hydrostatique en Océanographie (En associant frontières virtuelles et un  
modèle basé sur les séries de Fourier)  
Achim Wirth LEGI

12 Mai The dynamics of quasi steady spilling breakers :Theory and Experiments  
Shuba K. Misra Centre for Applied Coastal Research University of Delaware

2 Juin Simulation et compréhension des écoulements turbulents par ondelettes adaptatives  
Nicolas Kevlahan Department of Mathematics & Statistics McMaster University

20 Juin Hydrodynamic Effects in Aquatic Ecosystems  
Vladimir Nikora National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA)

19 Juillet Rôle des instabilités secondaires dans la stabilisation d'une flamme de jet non prémélangé  
Françoise BAILLOT, CORIA Rouen

2 Septembre The Counter-Propagating Rossby Wave Perspective on Baroclinic instability  
Dr. Eyal Heifetz Department of Geophysics and Planetary Sciences Tel-Aviv University

### ▶ DIFFUSION DE LA CONNAISSANCE ET VULGARISATION

Achard JL. Interview dans le Journal « Libération » des Samedi 29 et Dimanche 30 Janvier dans le cadre d'une étude (*Week-end*) sur « Les courants marins, un potentiel d'énergie »

Alémany A. Réunions DGA à propos de la propulsion MHD en eau de mer

Barnier B. 2005: Table ronde ERCA sur les changements climatiques

Barthélémy E. Conférence sur la dynamique du littoral au congrès annuel de l'Union des Professeurs de Physique Chimie (UDPPC, Grenoble septembre 2004)

Baudet C. La spectroscopie Acoustique de la Turbulence : ou comment trouver une aiguille dans une botte de foin. C. Baudet, O. Michel, E. Lévêque & R-H. Hernandez, Bulletin de la Société Française de Physique, 120, juillet 1999.

Brasseur P. Participation en tant qu'enseignant aux écoles internationales suivantes :  
CEA-EDF-INRIA school on Data Assimilation for Geophysical Flows, Rocquencourt, 25-28 mars 2002 ;  
Gordon Research Conference, New London, NH, 22-27 June 2003 ;  
2<sup>nd</sup> ENVISAT International Summer School, ESA-ESRIN, Frascati, August 2004.  
GODAE International Summer School : An Integrated View of Oceanography, La-Londe-Les Maures, September 2004.

Cartellier A. Présentation du métier de chercheur à des élèves des classes de 3 et 4<sup>ième</sup> - collège L. Terray. (Demies journées en 2004 et en 2005).

Cognet G. Une journée sur " l'hydrogène, vecteur énergétique" organisée par la Société de Chimie Industrielle et le Groupe Français de Génie des Procédés (Table ronde, Nov. 2004), au Colloque du Programme Energie du CNRS (Conférence Générale Invitée, Nov. 2004), et à une Journée Energie SFT (Janv. 2005)

Joussellin F. Organisation avec la Fondation Sciences citoyennes de rencontres-débats :  
05/06/2003 : "*Recherche et citoyenneté : quelles perspectives pour la recherche aujourd'hui ?*" avec Michèle Rivasi, fondatrice de la CRIIRAD (Commission de Recherche et d'information Indépendantes sur la Radioactivité) et Maryvonne David-Jougneau pour le Comité Bandajevsky (problème de santé publique à Tchernobyl due à la radioactivité résiduelle présente depuis 1986).  
02/03/2004 : "*Quels liens tisser entre scientifiques et organisations citoyennes ?*" dans le cadre de MidiSciences co-organisation avec Christophe Bonneuil, CR CNRS, Centre Alexandre Koyré d'histoire des sciences et des techniques - CNRS-EHESS-MNHN et des associations (Boutiques des sciences Grenoble, Comité d'Action des Ruines de Séchillienne, Planning Familial...).



- Maitre T. Conférence Hydrolienne à l'ECL, Fevrier 2005  
 T. Maitre, JL. Achard,, Le courant des courants, Revue des Ingénieurs INPG, pp 38-39, Avril 2003  
 Présentation du projet Hydrolienne dans un colloque Roumain à Timisoara, 10-11 Juin 2005
- Matas J.-Ph. Animation pour Sciences en fête, Marseille, Octobre 2002. Thème : Milieux granulaires
- Penduff T. Participation à une soirée du Festival Image et Sciences (les humeurs climatiques). Réponse aux questions du public (26/03/2004)
- Séchet P. Ateliers environnements dans le cadre de la semaine de découverte des métiers de l'Ingénieur à l'INPG (2 sessions en 2003,2004 et 2005)
- Soucemarianadin A.  
 Organisation de Sciences en fête à Valence en 2003 et 2004
- Staquet C. Organisatrice et modératrice d'une soirée scientifique en collège à Grenoble sur le thème du climat (jan 04).
- Voisin B. Participation à la journée Science en Fête le 18/10/2003

**ANNEXE**

**1**

**DESCRIPTION SYNTHETIQUE  
DE L'ACTIVITE DES ITA-ITAOS**



**Jean-Paul Barbier Neyret**, Ingénieur d'Etudes, E1 CNRS

- Responsable du service Instrumentation. Conception et réalisation de systèmes originaux de mesure parfaitement adaptés à chacun des problèmes sollicités par les chercheurs. Réalisations en électronique (analogique et numérique), informatique, optique, ultrasons et micro-mécanique. Exemples de réalisations: automates, appareillage de thermométrie de haute performance, sonde de fluorescence ponctuelle à fibre optique. Dernièrement, la conception d'une perche constituée de plusieurs fibres optiques a permis de suivre la stabilité du sol et le transport sédimentaire au pied d'une structure côtière. Aide aux élèves pour leurs projets de fin d'études.

**Jean-Marc Barnoud**, Technicien, TCS UJF

Assure le soutien technique des équipes Diphasique, Houle et Turbocav, principalement dans le domaine de la mécanique. Activité comprenant notamment la construction, la fabrication, le montage, la maintenance de grandes installations expérimentales (canal à houle de 36 mètres, bassin multidirectionnel 30mx30m du LHF, canal de transport sédimentologique, etc...). Conseils techniques aux stagiaires. Participation aux campagnes d'essais sur de grandes installations externes (INPG-SOGREAH) et sur site naturel.

*Activités transversales* : ACMO, responsabilité de la maintenance des réseaux d'air comprimé et d'eau déminéralisée

**Patrick Bégou**, Ingénieur de Recherche, IR2 CNRS

Gestion des moyens informatiques de l'équipe MoST :

- Administration système et réseau de la soufflerie numérique
- Surveillance (sécurité du réseau, des systèmes et intégrité des données)
- Définition des stratégies d'acquisition des nouveaux matériels informatiques
- Suivi des technologies informatiques,
- Administration et rédaction du site internet de l'équipe

Calcul numérique :

- Optimisation des codes de simulation sur supercalculateurs vectoriels
- Responsable de l'activité "Parallélisme distribué" de l'équipe MoST (portage des codes sur supercalculateurs massivement parallèles)
- Mise en place d'un cluster local (BEOWULF)

Formation et support aux utilisateurs :

- Utilisation des systèmes UNIX,
- Optimisation des codes sur architectures IBM power, vectorielles, parallèles SMP et distribuées,
- Débogage,
- Cours de programmation objet.

**Nicole Bourhy**, Technicien de gestion scientifique TCS (secrétaire-gestionnaire)

Gestion des crédits UJF et INPG du LEGI à l'aide des logiciels Xlab et Nabuco :

- enregistrement des recettes,
- commandes et traitement des factures,
- inventaires,
- contacts avec les fournisseurs.

Encadrement d'une contractuelle à mi-temps.

Budget et DBM pour l'UJF et l'INPG et suivi de l'exécution budgétaire.

Gestion administrative et financière des contrats UJF et INPG.

Conseils aux chercheurs dans l'utilisation de leurs crédits.

**Jean-Michel Brankart**, Ingénieur de Recherche, IR2 CNRS

Développement, maintenance et exploitation des instruments d'analyse et de prévision océaniques mis en place par l'équipe MEOM (particulièrement pour l'assimilation de données).

Gestion scientifique et technique de projets de recherche (tâches de recherche et développement en assimilation de données du projet MERSEA).

Encadrement technique du personnel temporaire (thésards, post-doctorants), et suivi des expériences numériques, notamment sur les supercalculateurs nationaux (IDRIS).

Collaboration à la gestion et à l'administration des outils informatiques de l'équipe MEOM.

**Josiane Brasseur**, 2D, CDI ADR

Secrétariat de l'équipe MEOM incluant la préparation des missions, la gestion des contrats de recherche, la préparation des bilans et des budgets.

Gestion administrative du contrat Européen MERSEA.

Préparation et organisation de réunions et de colloques.

Accueil de chercheurs étrangers, organisation de leur séjour.

Gestion des publications de l'équipe, et tenu de la bibliothèque MEOM.

En relation avec le personnel de l'équipe et l'administration LEGI : contrat de travail, congés

**Pierre Carecchio**, Ingénieur d'Etudes, E2 CNRS

Au sein de l'équipe technique THEO/TCM/PAMIR/PIM/EDT

- coordination de cette équipe technique (2 IE instrumentation, 2 Techniciens mécanique)

- développement de systèmes d'acquisition de données et images :

- développement de logiciels en C++

- conception électronique d'interfaces et périphériques à ces systèmes

- choix des composants (caméras, cartes d'acquisition, système d'exploitation..)

- conception d'ensembles mécaniques associés à ces systèmes

- test, maintenance, rédaction de notices et formation à l'utilisation de ces systèmes

- sensibilisation des chercheurs et doctorants à la sécurité laser

- administration système des PCs (Linux/WinNT) d'acquisition

*Activité transversale* : Responsabilité de la maintenance et conseil technique pour les chaînes de mesure PIV et laser YAG.

286

**Sylvie Champavier**, Adjoint Administratif, INPG

Gestion des missions de tout le personnel du Laboratoire et des personnes extérieures invitées sur les crédits des trois organismes de tutelle : vérifier les demandes d'ordres de mission et la disponibilité des crédits, saisir les ordres de mission, engager les frais, établir les bons de transport, calcul des états de frais, saisir les commandes et les factures pour la comptabilité interne, envoyer les dossiers aux trois agences comptable pour remboursement, établir les factures des agences de voyages.

Gestion des publications du LEGI : Collecte de l'information, saisie sur publiCNRS.

**Geneviève Chavand** – Assistant Ingénieur, CNRS

Responsabilité et coordination des services administratifs et comptabilité du laboratoire

Gestion administrative du LEGI incluant le secrétariat de Direction, l'établissement du budget et le suivi des relations extérieures

Gestion du personnel : mise en place des contrats de travail, suivi fiches de paie, des congés

Correspondant formation

**Henri Didelle**, Ingénieur de Recherche, IR0 CNRS

Au sein de l'équipe Coriolis :

- encadrement des ITA de l'équipe (1 IR0, IE2 et 1 T1).

- études de faisabilité et suivi de la réalisation des nouvelles expériences (5 à 6 par an).

- assistance aux étudiants, chercheurs et aux équipes étrangères durant les essais.

- évolution technique de nos installations (gros équipement, instrumentation, locaux).

*Activités transversales* : ACMO et représentant du LEGI au conseil de coordination de l'atelier de mécanique. Correspondant formation

**Julie Germinario**, Agent administratif contractuel CNRS, 50%

- Gestion des commandes
- Traitement des factures
- Relances fournisseurs
- Etats d'inventaire
- Courrier
- Tâches administratives diverses (classement.....)

**Vincent Govart**, Adjoint technique à 50% UJF

Au sein de l'équipe technique THEO/TCM/PAMIR/MIP, je participe à la conception mécanique, à la mise en boîtier de systèmes électroniques, et à la réalisation et à l'adaptation d'expériences (usinage sur machine outil).

**Elsa Hollard**, agent contractuel ITA catégories 2D à 70%.

Gestion des budgets CNRS et ADR de l'établissement ; Prise en charge des commandes et mise en paiement des factures pour les crédits CNRS et ADR. Utilisation du logiciel Xlab. Gestion du stock des fournitures administratives. Participation à l'élaboration d'une banque d'images.

**Mile Kusulja**, technicien, TCN INPG

Au sein du Bureau d'Etudes (50%) : Conception d'expériences. Dernières réalisations: veine d'essai hydrolienne, machine hydrolienne, pot vibrant, tuyere diphasique. Conseils aux équipes de laboratoires. Tenue de la documentation technique pour le laboratoire de mécanique  
Au sein de l'équipe technique THEO/TCM/PAMIR(50%) : Chargé du montage et de la mise au point d'expériences.

**Muriel Lagauzère**, Ingénieur d'Etudes en instrumentation, IE2 CNRS

Au sein de l'équipe technique THEO/TCM/PAMIR/MIP : Participation à la mise en place des expérimentations, au choix du matériel (appareils de mesure, motorisation...), maintenance et réparations d'appareils de mesure. Programmation Labview d'un rack de commande de trois moteurs pas à pas avec synchronisation de prises d'images.

Développement d'application en logique avec une carte FPGA.

*Activité transversale* : gestion d'équipements communs (logiciel Labview, bain thermostaté, ...)

**Stéphane Mercier**, Technicien, TCN UJF

Au sein de l'équipe Coriolis :

- réalisation d'appareillages destinés aux expériences sur la Plaque Tournante
- assistance aux chercheurs et aux étudiants durant les expériences
- entretien général pour assurer le bon fonctionnement des matériels
- assistance à la maintenance de la Plaque Tournante

**Jean-Marc Molines**: Ingénieur de Recherche en calcul scientifique, IR1 CNRS

Maintenance et administration des équipements informatiques de l'équipe MEOM. Assistance (informatique/programmation) aux utilisateurs de l'équipe.

Développement et maintenance des codes de calcul de circulation océanique et des diagnostics associés pour la recherche et l'opérationnel (MERCATOR-MERSEA).

Responsable de la réalisation de simulations numériques de grande ampleur sur les supercalculateurs nationaux (IDRIS). Responsabilité de la coordination technique de projets communautaires nationaux (CLIPPER), et européens (DRAKKAR).

*Activité transversale* : Membre du comité des développeurs de l'outil national NEMO/OPA. Correspondant LEGI pour la plateforme de calcul MIRAGE.

**Michel Riondet**, Assistant Ingénieur CNRS

Suivi de l'ensemble des expérimentations de recherches et d'essais confiées à l'équipe « Turbomachines – Cavitation » : Conception des ensembles mécaniques / Choix de l'instrumentation / Suivi technique et utilisation de gros appareils de mesure / Conduite de grands instruments / Réalisation des mesures, analyse des résultats. Participation à des campagnes d'essais au CREMHyG.

*Activité transversale* : participation à la maintenance des réseaux d'air comprimé et d'eau déminéralisée

#### **Laurent Terrier**, Ingénieur d'Etudes, INPG

Au sein de l'équipe technique EDT/Houle/Turbocav : soutien technique dans le domaine de l'instrumentation scientifique, des techniques optiques.

- Développement, fabrication, entretien d'une instrumentation spécifique aux écoulements diphasiques (sondes optiques).
- Développement, interfaçage de systèmes d'acquisition de données et d'images, pilotage d'appareils : programmation Labview
- Maintenance de grandes installations expérimentales (colonnes à bulles, canal à houle, etc...)
- Maintenance du parc informatique expérimental ; achat, gestion, entretien du matériel, gestion de la documentation, rédaction de notices.
- Formation et encadrement de stagiaires, visiteurs. Sensibilisation à la sécurité.

*Activités transversales* : Responsabilité de la maintenance et conseil technique pour l'Anémométrie Phase Doppler, les sources lasers (principalement : cuivre, YAG, Argon, solide pompé par diodes). Conseils techniques : programmation Labview, utilisation de la chaîne PIV du LEGI.

Membre fondateur du réseau d'échange régional des programmeurs Labview.

#### **Samuel Viboud**, IE2 CNRS

Ingénieur d'exploitation sur grand instrument au sein de l'équipe Coriolis :

. Exploitation, mise en oeuvre et maintenance des moyens de mesure et d'essais sur la grande plaque tournante Coriolis : mise en place et utilisation des différents instruments de mesure et d'acquisition de données, participation à la définition, au montage et à la conduite des expériences.

. Développement général de l'instrumentation et des outils informatiques de pilotage, d'acquisition et traitements de données, tel que la PIV et l'imagerie 3D.

- Responsable de l'installation et de la maintenance du parc informatique de l'équipe Coriolis.

. Formation et soutien technique aux chercheurs et aux équipes étrangères dans le cadre des contrats Européens.

*Activité transversale* : Représentant des ITA aux conseils des équipes et du laboratoire.

#### **Joseph Virone**, Technicien, TCN CNRS

Au sein de l'équipe technique THEO/TCM/PAMIR/MIP : conception mécanique, réalisations et adaptations d'expériences, participation aux essais, conseils en conception et réalisation (50%).

Au sein de l'atelier de mécanique : Réalisations d'ensembles mécaniques, conseils en fabrication mécanique, participation au fonctionnement de l'atelier dont achats d'outillage, entretien périodique des machines... (50%)

*Activité transversale* : ACMO

**ANNEXE**

**2**

**DESCRIPTION SYNTHETIQUE  
DE PROFILS DE POSTES**





ENERGIE : NOUVELLE HYDRAULIQUE	
Niveau : PR	Section (s) du CNU : 60, éventuellement 28, 30
Profil recherche (mots-clés)	Energétique, ressources hydrauliques, éolien, efficacité énergétique, mécanique des fluides, turbulence, simulations intensives avancées, codes industriels
<p>L'optimisation des ressources énergétiques ayant pour origine des écoulements forcés ou naturels (hydraulique, éolien ...) offrent un potentiel significatif ainsi que certains avantages décisifs (décentralisation, stockage). Les avancées attendues dans ce secteur, notamment en termes d'optimisation (efficacité des machines, contrôle de leur fonctionnement) requièrent de disposer de simulateurs d'écoulements complexes. Un verrou doit ici être levé pour mettre à la disposition des industriels des codes non seulement performants mais rapides. Au travers de ce projet, le (la) candidat(e) devra s'insérer dans les actions structurantes associant la communauté Grenobloise (Pôle de compétitivité EnRRDIS). Il (elle) aura aussi en charge le développement d'une plateforme de démonstrateurs (machines et simulateurs) et sa valorisation dans les secteurs de la recherche, de l'industrie et de la formation.</p>	

MICROFLUIDIQUE	
Niveau : MCF	Section (s) du CNU : 60, éventuellement 28, 30
Profil recherche (mots-clés)	Mécanique des fluides, interfaces, micro-fluidique, Physico-chimie
<p>La micro-fluidique vit actuellement un essor considérable et se déploie vers de nombreux domaines applicatifs (échangeurs, réacteurs mais aussi bio-puces, médical, nano-technologies etc...). Le présent profil a trait à des systèmes micro-fluidiques avec présence d'interfaces fluides/fluides, ce qui requiert la prise en compte de leur physico-chimie et de divers couplages (électrique, thermiques...). Le (la) candidat(e) développera ses activités au sein de l'équipe PIM du LEGI et participera aux collaborations en cours avec le LETI.</p>	

ÉCOULEMENTS TURBULENTS INDUSTRIELS : SIMULATIONS AVANCÉES	
Niveau : MCF	Section (s) du CNU : 60
Profil recherche (mots-clés)	Mécanique des fluides, modélisation, turbulence, changements de phase, simulation numérique avancée, approches couplées, turbomachines
<p>La modélisation instationnaire des écoulements turbulents complexes reste un challenge important du point de vue scientifique et ce pour de nombreuses applications d'écoulements industriels ou environnementaux. Dans le domaine de l'énergie, l'amélioration des performances des turbomachines constitue un enjeu majeur qui nécessite le développement de modèles numériques fiables. Ces turbomachines peuvent être incompressibles (turbines, pompes) ou compressibles (turbopropulseurs d'avions). Les méthodes statistiques traditionnellement utilisées, basées sur les équations de Reynolds (RANS et URANS) atteignent actuellement leurs limites. En effet, elles ne permettent pas la reproduction correcte des phénomènes clés que constituent les instationnarités associées aux décollements ou aux interactions rotor-stator. De plus, les géométries des machines tournantes sont trop complexes pour être simulées intégralement par simulation des grandes échelles (SGE). Dans ce contexte, le LEGI se propose de développer une modélisation originale basée sur le couplage des approches SGE et URANS pour le calcul des écoulements en géométries complexes tridimensionnelles. Un tel couplage, reposant sur des modèles multi-échelles emboîtés ou spatialement distribués, autorise en effet un bon compromis entre coût informatique et finesse des prédictions.</p> <p>Le ou la candidat(e) développera ses travaux de recherche dans ce domaine, en étroite collaboration avec les équipes « Modélisation et Simulation de la Turbulence » et « Turbomachines-Cavitation » du laboratoire. Les applications des travaux scientifiques proposés se situeront dans le cadre des collaborations existantes avec l'industrie spatiale et hydraulique. Elles seront élargies aux secteurs aéronautique, nucléaire et naval, entre autres. Les extensions concernent en particulier la prise en compte des phénomènes de transfert : transferts thermiques, fortes différences de densité, changements de phase...</p>	

<b>TRANSPORT SEDIMENTAIRE : MODELISATION</b>	
Niveau : MCF	Section (s) du CNU : 60
Profil recherche (mots-clés)	Transport sédimentaire, mécanique des fluides, hydraulique, affouillement, modélisation bi-fluide, codes opérationnels
<p>La compréhension, la prédiction voire la maîtrise des processus de transport sédimentaire répondent à un fort besoin sociétal, qu'il s'agisse de la gestion de systèmes naturels (plages, rivières, estuaires...) ou d'infrastructures (ports...). Répondre à ces enjeux passe par l'élaboration de codes de simulation à vocation opérationnelle. Au plan scientifique, il faut imaginer de nouveaux modèles qui prennent en compte des processus sédimentaires à l'échelle des macrostructures turbulentes qui sont responsables d'effets importants et intermittents (lors de tempêtes, de crues...). Ces phénomènes restent mal compris et nécessitent des efforts combinés en modélisation, simulation et expérimentation. Ces avancées s'appuieront sur les fortes compétences en mécanique des fluides avancée du LEGI. Ce thème renforcera en outre la communauté Grenobloise sur ces thématiques et complètera les compétences présentes sur le site (telles les études de liquéfaction au L3S, ou la caractérisation de crues au LTHE).</p>	

### Profils ITA-ITAO

<b>SECRETARIAT et GESTION LABORATOIRE</b>	
Niveau : T	BAP H / Secrétaire gestionnaire
Emploi-type (mots-clés)	Gestion comptable et secrétariat (bases de données, information, documents de synthèse)
<p><b>Compétences requises :</b>          Connaître les bases de la comptabilité. Savoir utiliser les logiciels de gestion          Savoir établir des états de synthèse          Connaître et faire appliquer les procédures administratives et financières          Maîtriser la pratique des logiciels bureautiques</p> <p><b>Justification de l'emploi demandé :</b>          Le renforcement du soutien administratif du LEGI est pleinement justifié par l'ampleur de l'activité contractuelle du laboratoire (1,6 MEuros par an en moyenne dont 30% issus de projets Européens) et sa taille (180 personnes en période de pointe). En outre, sur les 3,9 ETP assurant actuellement l'administration de l'ensemble du laboratoire (budget, personnels, missions, comptabilité etc...), 1,2 ETP sont financés sur budget propre.          Activités : Gestion comptable : Mise en place des crédits et suivi des dépenses (engagements, facture, relations avec les fournisseurs)          Alimenter et exploiter des bases de données (labintel, publicnrs, ...)          Collecter, diffuser et archiver l'information          Constitution et synthèse de documents (rapport d'activité, ...)          Mise en forme des données nécessaires aux enquêtes des tutelles.</p>	

<b>INGENIEUR ELECTRONICIEN D'ETUDE ET DE DEVELOPPEMENT</b>	
Niveau : IE	BAP : C / Instrumentation scientifique
Emploi type (mots-clés)	Electronique
<p><b>Compétences requises :</b>          Conception et réalisation de circuits électroniques          Acquisition et traitement du signal et de l'image          Programmation de processus dont DSP          Micro-informatique</p> <p><b>Justification de l'emploi demandé :</b>          Le LEGI développe d'importantes activités expérimentales mettant en œuvre des instruments du commerce lorsqu'ils sont adaptés mais aussi de nombreux instruments développés localement en réponse à un besoin instrumental lié aux nécessaires avancées de la mesure. L'objectif est de renforcer le service instrumentation dans la conception et la mise en œuvre de systèmes de mesure innovants en mécanique des fluides, plus particulièrement dans les domaines du traitement du signal ou d'image et de l'électronique (analogique et numérique). Il vise aussi à pallier aux départs en retraite de plusieurs ITA du LEGI (2002 : 2, 2003 : 3, 2004 : 1, 2005 : 1) et au départ en retraite à court terme d'un IE électronique et instrumentation.</p>	

<b>MECANIQUE ET CONSTRUCTION MECANIQUE</b>	
Niveau : T	BAP C / Technicien de fabrication en construction mécanique
Emploi-type (mots-clés)	conception et réalisation de montages expérimentaux, assistance à leur mise en oeuvre
<p><b>Compétences requises :</b>  Génie mécanique : Techniques d'usinage et d'assemblage, Dessin industriel (DAO) Procédés de fabrication, outillage et machines associés.  Des compétences complémentaires en circuits hydrauliques et pneumatiques ainsi qu'en sécurité des circuits seraient appréciées.</p> <p><b>Justification de l'emploi demandé :</b>  Le LEGI développe d'importantes activités expérimentales (60% de l'activité du laboratoire) impliquant plusieurs installations de grande envergure aussi bien que des montages sophistiqués de petite échelle (micro-canaux par exemple). Des besoins en mécanique sont aussi présents dans tout ce qui touche aux développements innovants en instrumentation menés par le laboratoire. Ces actions nécessitent un support significatif en mécanique : le LEGI ne dispose plus aujourd'hui que de trois postes dans ce métier plus un quatrième oeuvrant en conception mécanique.</p>	

<b>INGENIEUR ET MECANICIEN D'ETUDE ET DE DEVELOPPEMENT</b>	
Niveau : IE	BAP : C / Conception d'ensembles mécaniques et suivi de leur réalisation
Emploi-type (mots-clés)	Conception et montages d'expériences
<p><b>Compétences requises :</b>  Compétences avancées en génie mécanique. Maîtrise des logiciels de CAO les plus courants. Bonne connaissance et pratique des techniques de fabrication, d'assemblage.</p> <p><b>Justification de l'emploi demandé :</b>  Le LEGI développe d'importantes activités expérimentales impliquant des installations de grande envergure aussi bien aujourd'hui que des montages élaborés en microfluidique. L'externalisation des compétences de haut niveau d'un IE hors du bureau d'études du LEGI peut difficilement s'envisager ; en effet la conception de moyens d'essais que requiert la recherche fondamentale en mécanique des fluides se développe à travers un dialogue continu pour tenir compte des objectifs scientifiques des chercheurs, des contraintes variées venant des personnels techniques utilisateurs, et des propositions de réalisation technique de l'IE. Ce poste devrait donc permettre au laboratoire de maintenir l'activité expérimentale de haut niveau qui l'a caractérisé jusqu'à présent.  Le (la) candidate devra s'impliquer dans la réception, l'assistance au montage, et à la mise en route des installations expérimentales. Il (elle) devra assurer le contact avec les sous traitants, faire les demandes de devis, et le suivi de réalisation, travailler en liaison avec l'atelier de mécanique</p>	

<b>IMAGERIE SCIENTIFIQUE QUANTITATIVE</b>	
Niveau IE	BAP C / Instrumentation scientifique
Emploi type (mots-clés)	Instrumentation, Imagerie quantitative, visualisation rapide, traitement d'images, analyse d'objets tridimensionnels
<p>L'ingénieur en instrumentation, spécialisé(e) en imagerie scientifique quantitative sera chargé(e) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de développer des systèmes de mesure innovants à base d'imagerie pour la mécanique des fluides, avec en particulier la mise en œuvre de nouvelles méthodologies ou encore l'amélioration drastique des résolutions,</li> <li>- de développer des systèmes de représentation et d'analyse d'objets multi-dimensionnels (3D + temps) sur des matrices de données issues d'expériences, d'approches analytiques ou encore de simulations numériques.</li> </ul> <p>Ce poste est dédié au soutien de l'ensemble des équipes de recherche du LEGI. Le (la) candidat(e) devra s'impliquer dans les projets en cours ou en gestation visant à sophistication des techniques d'imagerie existantes (projet Européen Hydralab, PPF « Turbulence Lagrangienne » en cours d'élaboration avec plusieurs laboratoires Rhône-Alpes, Plateau du pôle Envrhônalp). Parallèlement, il (elle) aura à développer le savoir faire du laboratoire en termes d'exploitation quantitative de larges masses d'informations, par le biais notamment de collaborations avec d'autres institutions du site (INRIA notamment). Il (elle) travaillera en coordination avec le Service mutualisé Visualisation/Reprographie du site HMG.</p>	

Calcul scientifique et développement d'applications	
Niveau : IR	BAP E / Calcul scientifique
Emploi type (mots-clés)	Modélisation numérique en mécanique des fluides, validation des codes, optimisation.
<p><b>Compétences requises :</b>  Maîtrise des méthodes de mathématiques appliquées et d'analyse numérique (en particulier pour la résolution numérique des ED, modélisation stochastique, méthodes d'optimisation etc...)  Méthodes algorithmiques, programmation numérique, optimisation des codes de calcul (parallélisation / vectorisation).</p> <p><b>Justification de l'emploi demandé :</b>  Plusieurs équipes du LEGI développent une activité croissante dans le domaine de la modélisation numérique (en relation avec les mathématiciens appliqués LMC notamment) pour leurs recherches en mécanique des fluides. Les outils de simulation utilisés font appel à des codes commerciaux ou communautaires, ainsi qu'à de nombreux développements menés en interne. La croissance de cette activité au sein du laboratoire nécessite de rationaliser la gestion et le suivi des codes, de mobiliser les ressources nécessaires à leur exploitation optimale, et de faciliter l'accès des chercheurs à la pratique de ces outils.</p> <p>L'ingénieur, spécialisé en calcul scientifique et développement d'applications, sera chargé(e) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de contribuer au développement et à la documentation des outils de simulation numérique en relation avec les chercheurs des équipes ;</li> <li>- d'assurer l'intégrité et la validation des codes (mise en oeuvre de normes de qualité de programmation, réalisation de tests, optimisation des performances, « benchmark », ...)</li> <li>- piloter la gestion et l'accessibilité optimale aux ressources de calcul internes et externes au laboratoire (e.g. centres nationaux).</li> </ul>	

**ANNEXE**

**3**

295

**PLAN DE FORMATION**



## 1. BILAN DES FORMATIONS SUIVIES AU COURS DES QUATRE DERNIERES ANNEES (2002 – 2005)

Nom	Titre de la formation	Formation proposée par	Date	Durée
ALESSANDRINI Rosanna	Préparation au concours adjoint administratif externe	MPS	mars-04	4 j
ALESSANDRINI Rosanna	Préparation à l'oral des concours administratifs	MPS	mai-04	3 j
BARBIER NEYRET J.Paul	Réseau régional des électroniciens: Rencontre des électroniciens du site Alpes	CNRS	déc-04	1 j
BARNOUD Jean-Marc	Le risque chimique et génotoxique en laboratoire	CNRS	oct-02	4 j
BARNOUD Jean-Marc	Secourisme	INPG	juin-03	15h
BARNOUD Jean-Marc	Recyclage Secourisme		04, 05	1/2 j
BARNOUD Jean-Marc	Cariste	INPG/ CAMIRA	juin-04	1,5 j
BARNOUD Jean-Marc	Techniques de collage	IUT	nov-04	2 j
BEGOU Patrick	Secourisme		mars-04	2 j
BEGOU Patrick	Administration de systèmes ALTIX	SIG	mars-05	1 j
BOURHY Nicole	Gestion des contrats européens	UJF / VITaMIB	févr-05	2 j
BRANKART Jean-Michel	Communication en anglais courant	CNRS	fév - juin 02	1/2 j/ sem.
BRASSEUR Josiane	Initiation Powerpoint	CNRS	nov-04	2 j
CARECCHIO Pierre	Linux Embarque - Action Nationale	CNRS	juin-05	4 j
CARECCHIO Pierre	Réseau régional des électroniciens: Rencontre des électroniciens du site Alpes	CNRS	déc-02	1 j
CARECCHIO Pierre	Réseau régional des électroniciens: Rencontre des électroniciens du site Alpes	CNRS	déc-04	1 j
CARECCHIO Pierre	Recyclage Secourisme	CNRS	02, 03	1/2 j
CARTELLIER Alain	Communication en anglais courant	Maison des langues	janv - mai 04	1/2 j/ sem
CHAMPAVIER Sylvie	Xlab CNRS	CNRS	oct - nov 02	2 j
CHAMPAVIER Sylvie	NABuCo	INPG	sept - oct 02	2j
CHAMPAVIER Sylvie	NABuCo	UJF	sept - oct 02	2 j
CHAMPAVIER Sylvie	Initiation Powerpoint	UJF	mars-03	1 j
CHAMPAVIER Sylvie	Powerpoint perfectionnement	UJF	mars-03	1j
CHAMPAVIER Sylvie	Connaissance de l'enseignement supérieur : La gestion et l'administration	INP	juin-04	1/2 j
CHAMPAVIER Sylvie	Connaissance de l'enseignement supérieur : La recherche	INP	juil-04	1/2 j
CHAMPAVIER Sylvie	Scan d'une image et intégration dans un diaporama	GreCO	janv-05	1/2 j
CHAMPAVIER Sylvie	Dreamweaver création et gestion de site Web	CUEFA	mai-05	4 j
CHAMPAVIER Sylvie	Rédaction du rapport d'activité	CUEFA	mai-05	1 j
CHAVAND Geneviève	Initiation Powerpoint	UJF	déc-02	1 j
CHAVAND Geneviève	Xlab - Gestion financière des personnels, Marchés, RECA, NOUBA	CNRS	Déc. 02 janv. 03	1 j
CHAVAND Geneviève	Perfectionnement Powerpoint	UJF	janv-03	1 j
CHAVAND Geneviève	Formation des membres de jury de concours externes	CNRS/Paris	mai-03	2 j
CHAVAND Geneviève	Formation aux entretiens d'activité	INPG / Cabinet AYMARA	mars-04	1 j
CHAVAND Geneviève	Formation en appui à la mise en place de la LOLF	INPG / INTEC	avr-05	3 j



CHAVAND Geneviève	Elaborer un projet de service	INPG/ Cabinet AYMARA	mai-05	2 j
CHEMEL Charles	Univ. d'automne : Introduction au développement d'une application de calcul scientifique	UJF	oct-03	4 j
DIDELLE Henri	Divulguer la culture scientifique	INPG	juil-05	2 j
DIDELLE Henri	Initiation Powerpoint	CNRS	nov-04	2 j
DIDELLE Henri	Formation Secourisme	CNRS	mars-03	2 j
DIDELLE Henri	Recyclage Secourisme	CNRS	mai-04	1/2 j
FRANC Jean-Pierre	Mathematica	Wolfram Research France	juin-04	2 j
GAMRAT Gabriel	Cours semi-intensifs de Français	CUEF		
GUILMARD Loïc	Préparation au concours ASI, Bap E	INPG	mai-05	6j
GRAS Régis	Formulaires et bases de données MYSQL et langage PHP	CNRS/CUEFA	oct-02	2 j
GRAS Régis	5èmes Journées Réseaux - JRES 2003	CNRS/UREC/REN ATER	nov-03	4 j
GRAS Régis	Logistique de mise en œuvre d'un réseau internet et des services d'information et de communication associés	INPG	Janv à Avril 02	13 j
HAGHIGHI Ramin	Cours de français : perfectionnement écrit	CUEF	déc 03 - fév 04	4h/sem
HOLLARD Elsa	Xlab - budget, gestion financière des personnels, marchés, RECA, NOUBA	CNRS	déc 02 - janv 03	1,5 j
HOLLARD Elsa	Xlab - fonctions avancées	CNRS	nov-02	1 j
HOLLARD Elsa	Xlab	CNRS	mars-02	2 j
HOLLARD Elsa	Access/windows - création et gestion d'une base de données	CNRS/CUEFA	mars-03	4 j
HOLLARD Elsa	Secourisme	INPG	juin-04	2 j
HOLLARD Elsa	Recyclage Secourisme	INPG	juin-05	1/2 j
HOLLARD Elsa	Dreamweaver création et gestion de site Web	CUEFA	nov-04	4 j
HOLLARD Elsa	Droit public	CUEFA	janv. Fev, Ma 04	6 j
HOLLARD Elsa	Les structures administratives de l'Education Nationale	CUEFA	Janv Févr 04	2 j
KUSULJA Milé	Communication en anglais courant	CNRS	fév à juin 02	1/2 j par semaine
KUSULJA Milé	Cariste	INPG/CAMIRA	mai-05	1,5 j
LAGAUZERE Muriel	Recyclage Secourisme	CNRS	juin-03	1/2 j
LARROUDE Philippe	Secourisme	INPG	Avril 2004	2 j
LARROUDE Philippe	Recyclage Secourisme		2005	1/2 j
LINDQUIST Claudio	Utilisation des extincteurs	CNRS	Novembre 2002	1/2 j
MAITRE Thierry	Initiation à l'utilisation d'un logiciel de simulation des écoulements : Turb'Flow	FLUOREM, Ecully	mai-05	2 j
MERCIER Stéphane	IFTI Electrotechnique	AFPI	Janvier, Février 2004	5 j
MERCIER Stéphane	Techniques de collage	IUT	nov-04	2 j
NOURI Abdallah	Utilisation des extincteurs	INPG		
PELLONE Christian	Initiation à l'utilisation d'un logiciel de simulation des écoulements : Turb'Flow	FLUOREM, Ecully	mai-05	2 j
RIONDET Michel	Réseau des mécaniciens - visite du CERN	CNRS	nov-03	1 j
RIONDET Michel	Initiation à la programmation Labview	CNRS-ISN	mai-02	2 j
SANSONE Eugenio	Initiation à l'utilisation d'un logiciel de simulation des écoulements : Turb'Flow	FLUOREM, Ecully	mai-05	2 j
TERRIER Laurent	Développement de son environnement Labview - niveau 2	CNRS	oct-02	2 j
TERRIER Laurent	LabVIEW DAQ (Acquisition de données)	CNRS/Saphir	déc-02	2 j
TERRIER Laurent	Diagnostic et métrologie laser	CNRS	oct-03	4 j
TERRIER Laurent	Techniques de collage	IUT	nov-04	2 j

VERRON Jacques	Perfectionnement Powerpoint	UJF	mai-03	1 j
VERRON Jacques	Médiation et gestion des conflits dans son laboratoire	CNRS	sept-04	4 j
VIBOUD Samuel	Techniques de collage	IUT	janv-05	2 j
VIBOUD Samuel	Développement de son environnement Labview - niveau 2	CNRS/Saphir	oct-02	1 j
VIBOUD Samuel	Journée des mécaniciens	CNRS/Aussois	déc-02	1 j
VIBOUD Samuel	Sécurité laser	CNRS	juin-03	1 j
VIBOUD Samuel	Réseau des mécaniciens - visite du CERN	CNRS	nov-03	1 j
VIRONE Joseph	Techniques de collage	IUT	nov-04	2 j
VIRONE Joseph	Recyclage Secourisme	CNRS	02, 03, 04	1/2 j
VIRONE Joseph	Evaluation des risques	INPG/CISEF	2004	1 j

## 2. COMPETENCES A ACQUERIR DANS L'UNITE

Le LEGI doit maintenir et développer ses compétences dans les domaines scientifique, technique, administratif et gestion ainsi que de la sécurité au travail. Les formations demandées visent donc :

- à consolider les compétences des personnels dans des domaines génériques aussi bien techniques que liées à l'administration et à la gestion du laboratoire,
- à utiliser efficacement les équipements informatiques et expérimentaux d'envergure dont dispose le laboratoire, et qui requièrent une haute technicité,
- à former les personnels à des techniques nouvelles afin d'accompagner les projets innovants du laboratoire en matière d'expérimentation, d'instrumentation et de calcul scientifique.

299

En expérimentation, des formations sont requises en conception mécanique, techniques d'assemblage, contrôle et régulation. En instrumentation, les domaines de compétence visés concernent en particulier l'optique, l'acoustique, le traitement de signal incluant du traitement en temps réel.

Le développement de notre savoir-faire sur l'administration et la gestion des outils informatiques et en l'architecture systèmes est nécessaire pour accompagner la demande croissante dans le domaine du calcul scientifique mais aussi en instrumentation avancée.

Sur les aspects liés à la sécurité, l'accent est mis sur la prévention ce qui requiert d'anticiper, de sensibiliser et d'accompagner le personnel au travail. Les efforts seront déployés vers l'ensemble des personnels du laboratoire avec une attention particulière pour les nouveaux arrivants.

En administration et gestion, les enjeux concernent la gestion financière, avec notamment la maîtrise des nouvelles réglementations, et la gestion des personnels attachés à l'unité.

En communication, les efforts porteront sur la maîtrise de l'anglais et sur la diffusion de la culture scientifique.

Enfin, pour faire face au faible nombre de promotions, la préparation des personnels aux concours sera renforcée.

### 3. PLAN DE FORMATION DE L'UNITE

Le tableau concerne les personnes actuellement en place. Il sera actualisé pour les nouveaux personnels recrutés, en particulier en ce qui concerne le service informatique.

#### ► TECHNIQUES

Thème	Sujet de la formation	Personnes concernées
Vision Acquisition et contrôle d'image	Programmation carte d'acquisition et de contrôle sous LABVIEW	L. Terrier
	Traitement d'images et vidéo numérique	P. Carecchio S. Viboud
	Systèmes temps réel	P. Carecchio M. Lagauzere
		L. Terrier
Optique	Techniques de prise de vues / éclairage (techniques vidéo numérique)	M. Riondet S. Viboud
	Technique optique et sécurité laser	L. Terrier
Electronique / Electrotechnique	Electronique caméra numérique	P. Carecchio
	Perfectionnement électrotechnique : transformateur, moteur, électricité	S. Mercier
	CEM : Initiation	M. Lagauzere
	Régulation / asservissement / PID (théorie et mise en oeuvre)	M. Riondet
	FPGA	M. Lagauzere
Traitement du signal	Théorie de base du traitement du signal (stage pratique )	M. Riondet
	Traitement du signal DSP	P. Carecchio
Mécanique et mécanique des fluides	Mécanique et Résistance des Matériaux	S. Mercier J. Virone
		Techniques du collage

300

#### ► INFORMATIQUE

Thème	Sujet de la formation	Personnes concernées
Bureautique	Initiation Powerpoint	J. Brasseur
	Optimisation des Outils Bureautiques (Windows - Excel - Word)	E. Hollard
	Excel	M. Kusulja
Calcul	Initiation et approfondissement MATLAB	S. Viboud L. Terrier
		Solidworks : initiation
	Cosmosworks : Logiciel de calcul (résistance mécanique et mécanique des fluides)	M. Kusulja
	Gestion de base de données ( fichier XML ) Gestion de projet	S. Viboud L. Terrier
		Architectures 64 bits pour les machines orientées calcul
	Administration Système	Système informatique Linux (système d'exploitation et utilisation )
Linux Embarqué - Action Nationale		P. Carecchio
Administration avancée ldap et/ou samba-ldap		L. Guilnard
Mise en place d'un NIDS (network intrusion detection system)		L. Guilnard
Formation avancée SSO (Single Sign On)		L. Guilnard
Gestion de réseau, cluster		S. Viboud
Certification LPI (Linux Professional Institute)		L. Guilnard

► **HYGIENE ET SECURITE**

Thème	Sujet de la formation	Personnes concernées
Sécurité Incendie	Utilisation des extincteurs	Tout personnel
Formation des nouveaux entrants	Utilisation des machines outils	Nouveaux entrants
	Visite du laboratoire axée sur la sécurité (laser, risque chimique, mécanique...)	Nouveaux entrants
Secourisme	Recyclage	H. Didelle
		J.M. Barnoud
		G. Chavand
		J. Virone

► **GESTION ADMINISTRATIVE ET FINANCIERE**

Thème	Sujet de la formation	Personnes concernées
Gestion Comptabilité	Xlab	J. Brasseur
	Implications de la LOLF dans la gestion financière du laboratoire	G. Chavand
	Gestion financière	S. Champavier
	Gestion des contrats Européens	J. Brasseur
	Voyage professionnel	E. Hollard
Gestion des ressources humaines	Règles de base de la gestion de personnel	N. Bourhy
		S. Champavier
	Fonctionnement des Unités	S. Champavier
	Gestion du personnel – niveau avancé	G. Chavand

► **DIVERS**

Thème	Sujet de la formation	Personnes concernées
Préparation aux concours	Préparation aux oraux de concours	G. Chavand
		S. Champavier
		J. Germinario
		E. Hollard
		M. Riondet
		J. Virone
	Rédaction des dossiers pour les concours	G. Chavand
		M. Riondet
		J. Virone
		J. Germinario
Communication	Communication en anglais courant	S. Champavier
		J. Germinario
		E. Hollard
	Divulguer la culture scientifique	H. Didelle
	PubliCNRS : suivi des publications du LEGI	S. Champavier



**ANNEXE**

**4**

**HYGIENE ET SECURITE**



## ► BILAN DES ACCIDENTS ET INCIDENTS SURVENUS DANS L'UNITE ET MESURES PRISES

3 juin 2004	Eclats de PVC dans l'oeil Joseph Virone, TCN (pas d'arrêt de travail)
7 avril 2003	Chute d'une barre métallique Jean-Marc Barnoud, TCS (pas d'arrêt de travail)
27 mars 2003	Accident sur le trajet – Fracture de la clavicule, entorse cervicale, fracture de l'omoplate Jean-Paul Thibault (arrêt de travail, 27/3 au 05/04/03)
3 septembre 2002	Rupture de tube d'air comprimé sur banc d'essai – Trouble de l'audition. Thibaut Bourrilhon, Etudiant (pas d'arrêt de travail)

## ► IDENTIFICATION ET ANALYSE DES RISQUES SPECIFIQUES RENCONTRES DANS L'UNITE ET DISPOSITIONS MISES EN ŒUVRE EN FONCTION DES RISQUES. PRIORITES RETENUES

### Les points clés concernent :

- La prévention des risques d'incendie dans les bâtiments
- La mise en œuvre de plans d'évacuation.
- La prévention des risques chimiques, mise en place d'armoires de stockage ventilées, recensement, collecte et évacuation des produits inutilisés et des déchets chimiques.
- La participation au plan d'évaluation des risques de l'établissement INPG.
- L'élimination de la totalité du mercure précédemment utilisé dans les expériences
- La lutte contre les nuisances acoustiques.

## ► ACTIONS MENEES PAR LE LEGI SUR FONDS PROPRES

- Elimination des 1,8 tonnes de mercure précédemment utilisé dans les expériences de MHD et retraitement des éléments d'installation pollués par une entreprise spécialisée (3,04 k€)
- Installation électrique et mise en conformité au bâtiment Coriolis (6,24 k€)
- Audit sur la conformité des installations laser (5,1 k€)
- Réalisation d'un caisson insonorisé pour expérience de jet de brouillard à fort niveau d'émission (115 dB) (5,2 k€)
- Réalisation d'un caisson insonorisé pour expérience d'érosion de cavitation (PREVERO) pour un coût total de 29,8 k€ (part LEGI 4 k€)
- Mise en sécurité de la plate-forme 1<sup>er</sup> étage du bâtiment H pour la protection des personnes en cas de chute d'objets (2,95 k€)

### Autres points traités

- Contrôle de la conformité des armoires chimiques par l'APAVE.
- Poursuite de la mise en conformité électrique du bâtiment GH et de Coriolis.
- Signalétique et contrôle des appareils de levage.
- Contrôle des appareils à pression de fluide.
- Utilisation des lasers : Achat de lunettes de protection et mise en place de signalétiques adaptées.
- Machines tournantes : Élimination de machines non-conformes situées au sein des zones expérimentales.
- Mise en place d'une armoire de stockage chimique à Coriolis.
- Constitution d'une liste des produits dangereux présents dans le laboratoire.



- Mise en place d'une signalétique d'évacuation incendie et formation d'agents chargés de l'évacuation en partenariat avec l'établissement INPG. Pour le bâtiment GH, dont le classement reste indéterminé, mise en place de « cornes de brume » provisoires.
- Contrôle des trousse de premiers secours aux bâtiments A, G, H et Coriolis, et des armoires à pharmacie aux bâtiments G, H et Coriolis.

► **BILAN DES DEPENSES HYGIENE ET SECURITE REALISEES PAR LE LEGI  
ENTRE 2002 ET 2005**

2002		
SIGNALS	958	Signalisation sécurité
MESTRE	253	Chauffe eau
lischer Biobloc Scientif.	185	Poubelle écran
Descours	5105	Conformité lasers
France Télésecrurité	968	Télesurveillance
Securiplus Alarme	264	Abonnement surveillance
Roth	447	Armoire chimie
MESTRE	250	Tubes et mitigeur
<b>TOTAL</b>	<b>8430</b>	
2003		
Duclos-Environnement	3038	Elimination du mercure et décontamination
Manutan	580	Coffres et élingues
Geroc	5200	Caisson insonorisation
France Télésecrurité	1089	Télesurveillance
Securiplus Alarme	348	Abonnement surveillance
Descours	174	Travaux électricité
Instatelec	6245	Travaux électricité Coriolis
<b>TOTAL</b>	<b>16674</b>	
2004		
Logequip	417	Harnais sécurité Coriolis
APAVE	200	Contrôle conformité armoire chimique
France Télésecrurité	663	Télesurveillance
Securiplus Alarme	275	Abonnement surveillance
Farnell	219	Composants
Radiospares	64	Composants
<b>TOTAL</b>	<b>1838</b>	
2005		
Geroc	2943	Installation sécurité Bâtiment H 1
STS Alpes	4040	Etanchéité cuves Coriolis
France Télésecrurité	516	Télesurveillance
Securiplus Alarme	197	Abonnement surveillance
Norisco	762	Expertise sécurité Prevero
Decibel France	29838	Insonorisation Prevero
<b>TOTAL</b>	<b>38296</b>	
<b>TOTAL 4enal</b>	<b>65238</b>	

## ▶ FONCTIONNEMENT DES STRUCTURES D'HYGIENE ET DE SECURITE PROPRES A L'UNITE

Depuis 2001, mise en place et formation de trois ACMO : J.-M. Barnoud, H. Didelle et J. Virone couvrant les diverses implantations géographiques du LEGI (dont Coriolis).

- Les actions de prévention sont menées en concertation avec la Direction du Laboratoire.
- Les investissements font l'objet de décisions par le Conseil de l'unité.

A l'ENSHMG : Mise en place d'une Commission Hygiène et Sécurité depuis 2001, à laquelle la Direction du laboratoire participe.

A l'INPG : Mise en place d'un plan d'évaluation des risques depuis 2004. Les ACMO ont suivi une formation avec les Ingénieurs sécurité de l'établissement, ils mènent avec ces derniers et en concertation avec la Direction du laboratoire, l'analyse des risques des installations identifiées comme présentant les plus grands risques au laboratoire.

## ▶ DISPOSITIONS MISES EN ŒUVRE POUR LA FORMATION DES PERSONNELS ET NOTAMMENT DES NOUVEAUX ENTRANTS

### Formations suivies :

Formation sécurité laser :	S. Viboud
Formation incendie :	C. Lindquist, A. Nouri
Formation secourisme :	J.-M. Barnoud, P. Begou, P. Carrechio, H. Didelle, E. Hollard, P. Larroudé, M. Lagauzere, J. Virone
Formation risques chimiques et génotoxiques :	J.-M. Barnoud
Formation évaluation des risques :	J.-M. Barnoud, H. Didelle, J. Virone

307

**Organisation de formation interne** par les ACMO, d'une série de formations à l'utilisation et au respect des consignes de sécurité sur les machines outil de l'atelier. Ces formations sont obligatoires pour les personnels de recherche et les nouveaux entrants au laboratoire.

## ▶ PROBLEMES DE SECURITE ET MOYENS ENVISAGES POUR LES RESOUDRE

Concernant les **risques électriques** un contrôle des installations électriques a été réalisé à la demande du service patrimoine de ENSHMG en octobre 2003, il a été remédié aux dysfonctionnements constatés.

Concernant les risques liés à **l'utilisation des lasers**, la visite de sécurité faite en février 2005 a porté sur un état des lieux. Ses conclusions portent sur des recommandations destinées à la diminution des risques de réflexions, à la mise en place de filtres proches des sources et d'obturateurs permettant les interventions sur les systèmes optiques (hors réglage). Elles préconisent en outre le capotage des trajets optiques et la commande automatique de la signalétique de risque laser. Enfin pour lutter contre les risques électriques associés l'installation d'arrêts d'urgence est recommandée.

Concernant la **sécurité incendie** du bâtiment GH, une mission d'expertise a été diligentée par l'INPG en Janvier 2002 pour « définir quelles sont les conséquences en vue d'accueillir plus de 20 personnes publiques dans ces ERP de 5<sup>ème</sup> catégorie. Les principales conclusions de la mission sont :

- Absence d'obligation d'une stabilité au feu particulière
- Absence d'obligation concernant l'enclouement et la structure des escaliers
- Nombre de sorties conforme à la norme
- Nécessité d'un plan d'intervention et d'évacuation.
- Absence de désenfumage des bâtiments
- Absence de bloc autonomes d'éclairage et de signalisation
- Présence de lambris non conformes aux normes de résistance au feu
- Nécessité de mise en conformité des locaux à risques particuliers stockage chimie et local transformateur

Suite à cette mission la conformité du stockage chimie a été contrôlée. Des cornes de brumes destinées à l'avertissement des personnels en cas d'incendies ont été placées dans deux lieux de passage. Une première tranche de travaux de mise en conformité est programmée à court terme par l'INPG sur le désenfumage, l'éclairage, la signalisation et l'alarme incendie sur blocs autonomes. Une seconde tranche de travaux devra être réalisée pour la suppression des lambris, le remplacement du transformateur (pyralène) et la mise en conformité de son local.

Concernant l'ensemble des bâtiments, un plan d'évacuation complété par la désignation et la formation des personnels chargés de l'évacuation a été mis en œuvre. Bien qu'à ce jour le bâtiment GH ne soit pas en conformité, il fait partie de ce plan.

#### ▶ AUTRES ACTIONS NECESSAIRES

- L'installation électrique de la soufflerie du bâtiment G nécessite une importante jouvence pour sa mise à niveau.
- Hygiène : remise en état des sanitaires et des douches au bâtiment GH, création d'une douche au bâtiment Coriolis.

**ANNEXE**

**5**

309

**PROJET IMMOBILIER GEMME-ENVIRHONALP**



# GEMME – ENVIRHONALP

## UN SITE DE RECHERCHE ET DE FORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE A GRENOBLE

### CONSTAT INITIAL

Grenoble Universités et ses partenaires nationaux du Cemagref, du CNRS, de l'IRD et du LCPC disposent à Grenoble d'un site de recherche fortement pluridisciplinaire associant des compétences en mécanique et transferts, en géophysique et en chimie. Son activité scientifique est aujourd'hui structurée autour des thématiques de l'environnement, des procédés et des matériaux. En développant des recherches et des formations pour une ingénierie d'innovation à échelle humaine, ce site vient en appui d'un politique de Développement Durable appelée par la société. Ce site complète sur Grenoble le fort développement des micro et nano technologies. Créé il y a 40 ans, ce site, qui constitue le nord-est du campus universitaire de Saint Martin d'Hères, mérite aujourd'hui une profonde restructuration immobilière visant à redonner de l'espace, de la fonctionnalité et une meilleure lisibilité.

### LA STRATEGIE D'ORGANISATION DU SITE

Le principe retenu pour la restructuration est de recomposer l'ensemble du site autour de plateaux technologiques<sup>1</sup> regroupant les activités expérimentales de plusieurs équipes de recherche et accessibles à la formation et à l'expertise industrielle. Le point de vue qui est défendu est que les moyens lourds que constituent des halls expérimentaux et leurs équipements sont déterminants dans la structuration de la recherche et de la formation à long terme – typiquement quelques dizaines d'années.

Les objectifs visés par ce partage des moyens expérimentaux sont multiples :

- i) renforcer les synergies entre les laboratoires ainsi qu'entre les activités de recherche et de formation au travers notamment de projets transversaux,
- ii) rationaliser l'utilisation de services techniques communs,
- iii) adapter l'infrastructure du site à la forte croissance de ses laboratoires et de leurs équipements
- iv) donner une meilleure lisibilité au site.

L'opération immobilière consistera à augmenter les surfaces par des constructions neuves de bureaux et à réaménager des halls expérimentaux existants, aux surfaces importantes, mais dont l'utilisation comme espaces de bureaux depuis les années 1980 pose de graves problèmes de sécurité et de nuisances.

### LES FORCES CONCERNEES ET LES APPROCHES SCIENTIFIQUES

Le site GEMME – Envirhônalp compte quatorze unités mixtes de recherche (liées à GEMME et à l'OSUG) regroupant environ 400 chercheurs et enseignants chercheurs (voir tableau I). Il est envisagé de le doter de plusieurs plateaux technologiques majeurs qui regroupent chacun une vingtaine d'équivalents temps plein chercheur pour des expérimentations de laboratoire. Dans le domaine de l'environnement, ces activités expérimentales sont prolongées à échelle régionale par des activités d'observation des phénomènes en conditions naturelles conduites dans le cadre de services d'observation de l'OSUG. Pour l'ensemble des domaines thématiques du site, des

---

<sup>1</sup> On entend par plateau technologique un hall expérimental et l'ensemble de ses équipements qui peuvent être des dispositifs expérimentaux, des moyens d'analyse, des systèmes de monitoring et de calcul, etc... Les plateaux technologiques sont également des unités auxquelles il est possible d'associer des services techniques mutualisés.

activités de modélisation complètent les approches expérimentales. Elles sont souvent regroupées autour de développements de logiciels communautaires au niveau national.

## LES ACTIONS DEJA ENGAGEES

Dans le cadre de son plan construction, l'INPG a décidé depuis 2001 d'engager la modernisation du site dans le cadre d'un projet immobilier appelé GEMME. Il visait à réorganiser les activités de recherche et de formation pour la plupart issues de la mécanique et de l'électrochimie et concernait essentiellement trois écoles d'ingénieurs : Hydraulique et Mécanique, Electrochimie et Electrometallurgie, Papeterie. L'UJF s'est associée dès 2002 à ce projet qui engageait de fait l'Observatoire des Sciences de l'Univers et l'UFR de Mécanique. Les grandes lignes de la réorganisation envisagée ont tout de suite été celles décrites plus haut de construction de bâtiments neufs de bureaux et de réhabilitation d'espaces expérimentaux existants.

Depuis 2003, l'INPG et l'UJF se sont associés à quatre autres établissements de la région Rhône Alpes (Cemagref, CNRS, INSA, UCBL) afin d'harmoniser cette logique grenobloise de site avec celle des établissements lyonnais qui souhaitaient faire du campus de La Doua un site consacré à l'environnement et au développement durable. Ces établissements ont décidé en 2004 le lancement du projet de pôle régional Envirohonalp dont le montage s'est achevé en avril 2005.

Nous retenons le terme de GEMME – Envirohonalp pour désigner la composante grenobloise de ce pôle régional.

## PHASAGE PREVISIONNEL DU PROJET IMMOBILIER ET MOYENS NECESSAIRES

L'opération dans son ensemble est très complexe car les constructions de bâtiments neufs et la rénovation de bâtiments existants vont permettre de déménager et de redéployer un ensemble d'activités et d'équipe considérable (environ 300 personnes concernées directement). Il faudra que cette opération perturbe le moins possible les activités de recherche et de formation concernées.

L'ensemble de l'opération comportera nécessairement plusieurs phases dont certaines sont conditionnées par la réalisation des autres. Elle nécessite une bonne coordination de l'INPG et de l'UJF qui partagent la propriété des locaux concernés. Le tableau 2 donne un aperçu du calendrier prévu pour les bâtiments à construire ou rénover dépendant de l'INPG (ENSHMG et ENSEEG). Un calendrier comparable est en cours de mise au point pour les locaux de l'UJF qui concernent essentiellement les laboratoires de la Maison des Géosciences.

De manière globale, les principaux objectifs sont les suivants :

- i) Redonner des espaces de bureaux et redéployer les espaces expérimentaux des laboratoires **LEGI** et **LTHE** qui font face actuellement à des problèmes graves d'exiguïté et de sécurité (locaux de l'INPG/ENSHMG). Cette opération consiste à construire d'abord un bâtiment de 2700 m<sup>2</sup> de bureaux pour le LTHE et le LEGI, puis à réhabiliter 1700 m<sup>2</sup> de bureaux pour les laboratoires L3S et LR et enfin à réhabiliter et agrandir 5420 m<sup>2</sup> de locaux expérimentaux pour l'ensemble de ces laboratoires. Elle aura donc des conséquences fortes sur l'espace utilisé par les laboratoires **L3S** et **LR**.
- ii) Rapprocher le laboratoire **GPM2** actuellement dans les locaux de l'ENSPG du laboratoire LTPCM (locaux de l'INPG/ENSEEG). Cette opération consiste à construire un bâtiment de 850 m<sup>2</sup> de bureaux et de 700 m<sup>2</sup> de plateau technologique et à réhabiliter un bâtiment usine notamment pour le plateau PEI. Elle aura des conséquences sur l'espace utilisé par les laboratoires **LTPCM** et **LEPMI**.
- iii) Gérer la croissance forte du laboratoire **LGIT** (locaux de l'UJF/OSUG). Cette opération consiste à réaménager fortement la Maison des Géosciences en l'agrandissant de 375 m<sup>2</sup>. Elle concernera également les laboratoires **LGCA** et **LIRIGM**.

Le site GEMME - Envirhônalp verra donc à terme la rénovation d'environ 7000 m<sup>2</sup> et la construction de 5500 m<sup>2</sup>. Le montant de l'ensemble de l'opération est estimé de manière approximative à 20 M€.

L'état actuel des locaux et de l'activité impose comme première tranche de réalisation la construction du bâtiment neuf de 2700 m<sup>2</sup> utiles abritant bureaux, salles de réunion et salles informatiques pour le **LEGI** (1460 m<sup>2</sup>) et le **LTHE** (1240 m<sup>2</sup>). Le plan de financement de cette première étape incontournable d'un montant de 5 à 6 M€ est actuellement le suivant :

	Surfaces utiles (surfaces SHON) financements nécessaires	Apport des universités INPG et UJF	Sommes demandées		
			CNRS SDU	CNRS SPI	IRD
LEGI	1460 m <sup>2</sup> (1898 m <sup>2</sup> SHON) 3230 K€* (320 K€)**	Plan construction INPG – 1500 K€ Soutien de l'UJF (lettre du 9 Mars 2005) – 1500 K€		840 K€ (168 K€)	
LTHE	1240 m <sup>2</sup> (1612 m <sup>2</sup> SHON) 2740 K€ (280 K€)		720 K€ (143 K€)		720 K€ (140 K€)
<b>Total</b>	2700 m <sup>2</sup> (3510 m <sup>2</sup> SHON) 5967K€ (600 K€)	3000 K€	720 K€ (143 K€)	840 K€ (168 K€)	720 K€ (140 K€)

\* Estimation sur la base de 1,55 K€ / m<sup>2</sup> construit

\*\* Les sommes indiquées entre parenthèses correspondent à une estimation des dépenses d'aménagement (10% du coût de la construction).

Des compléments de financement à cette première tranche sont espérés du Conseil Général de l'Isère et de la région Rhône-Alpes (environ 700 K€ nécessaires). Elle devrait pouvoir être achevée courant 2008. Les tranches suivantes seront présentées au prochain CPER dans le cadre du projet ENVIRHONALP.

**Tableau 1 : Récapitulatif des laboratoires concernés par GEMME-ENVIRHONALP**

Site d'implantation actuel	Laboratoires	Environnement					Effectif total (chercheurs/ITA)							
		Environnement	Procédés	Matériaux	Energie	Mécanique	Physique	Chimie	Biologie	Géologie				
ENSHMG	LEGI	▲	▲		▲	▲	▲							136 (48/19)
	LTHE	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲				100 (37/21)
	L3S	▲		▲		▲	▲				▲			130 (51/18)
	LR	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲					31 (12/8)
	CREMHYG				▲	▲	▲							5 (0/5)
	EPM	▲	▲		▲	▲	▲	▲						34 (9/11)
	LGP2	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲					82 (38/14)
	GPM2		▲	▲	▲	▲	▲	▲						35 (12/7)
ENS EEG	LTPCM			▲	▲	▲	▲	▲	▲					96 (44/25)
	LEPMI	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲					105 (50/17)
Maison des Clés	LIRIGM	▲				▲	▲	▲			▲			33 (16/5)
	LGCA	▲		▲	▲			▲	▲	▲				66 (29/17)
	LGIT	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲			99 (51/20)
	LGGE	▲		▲		▲	▲	▲	▲					80 (40/20)



**Tableau 2 : Calendrier prévisionnel pour les constructions et rénovations liées aux bâtiments de l'INPG**

Années de réalisation	Situation du bâtiment	Type de locaux	Laboratoires concernés	Coût estimé M€
2007-2008	Bâtiment neuf ENSHMG	bureaux et salles avant réhabilitation du G-H	LEGI, LTHE	4,9 à 5,9
2008-2009	Bâtiment neuf ENSEEG	bureaux et plateau expérimental MAPIE, IFR matériaux	GPM2, LTPCM	2,8 à 3,4
2008-2009	Bâtiment E rénové ENSHMG	Création bureaux au départ atelier mécanique	3S	1,5 à 1,8
2008-2010	Bâtiment G-H rénové ENSHMG	Réhabilitation et extension pour plateaux expérimentaux ECOUFLU, GOR, PMPN, PS2E	LEGI, LTHE, L3S	4 à 4,8
2009-2010	Bâtiment usine rénové ENSEEG	Réhabilitation plateau expérimental PEI, regroupement ateliers mécanique du site, rénovation halls expérimentaux existants	GPM2, LEGI, LEPMI, LTPCM, LGP2	1,5 à 1,8

**Schéma de principe des constructions et rénovations liées aux bâtiments de l'INPG**

Bilan Général (m<sup>2</sup> SU) : 5500 m<sup>2</sup> en constructions neuves et 7000 m<sup>2</sup> en Réhabilitation, décomposés en :

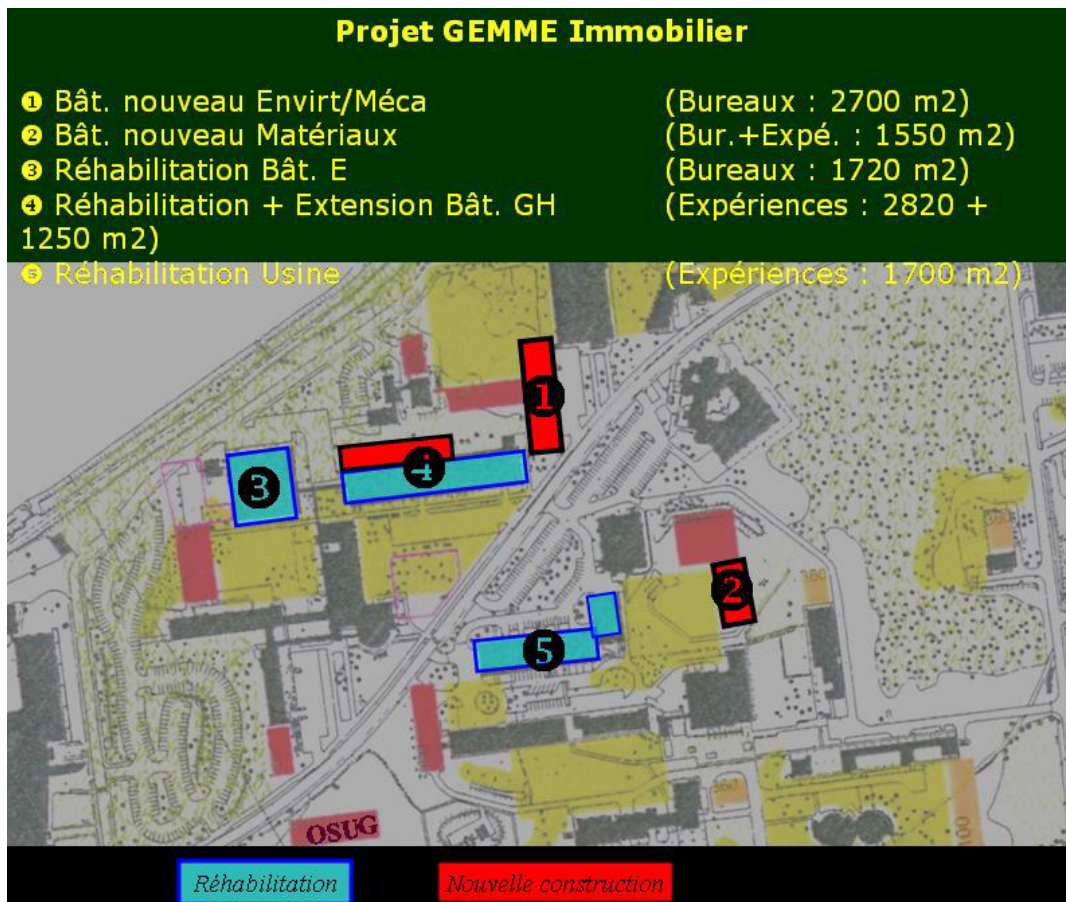
Plates-Formes Expérimentales (m<sup>2</sup> SU)

Ingénierie Mécanique :	2660 m <sup>2</sup> (Bâtiment 4)
Matériaux :	700 m <sup>2</sup> (Bâtiment 5)
Environnement :	2760 m <sup>2</sup> (Bâtiment 1 & 4)
Atelier commun :	350 m <sup>2</sup> (Bâtiment 5)

Bureaux et salles (m<sup>2</sup> SU)

LEGI + LTHE :	2700 m <sup>2</sup> (Bâtiment 1)
GPM2 + CMTC + IFR STM :	850 m <sup>2</sup> (Bâtiment 2)
3S :	1720 m <sup>2</sup> (Bâtiment 3)

## Schéma d'implantation des constructions et rénovations liées aux bâtiments de l'INPG



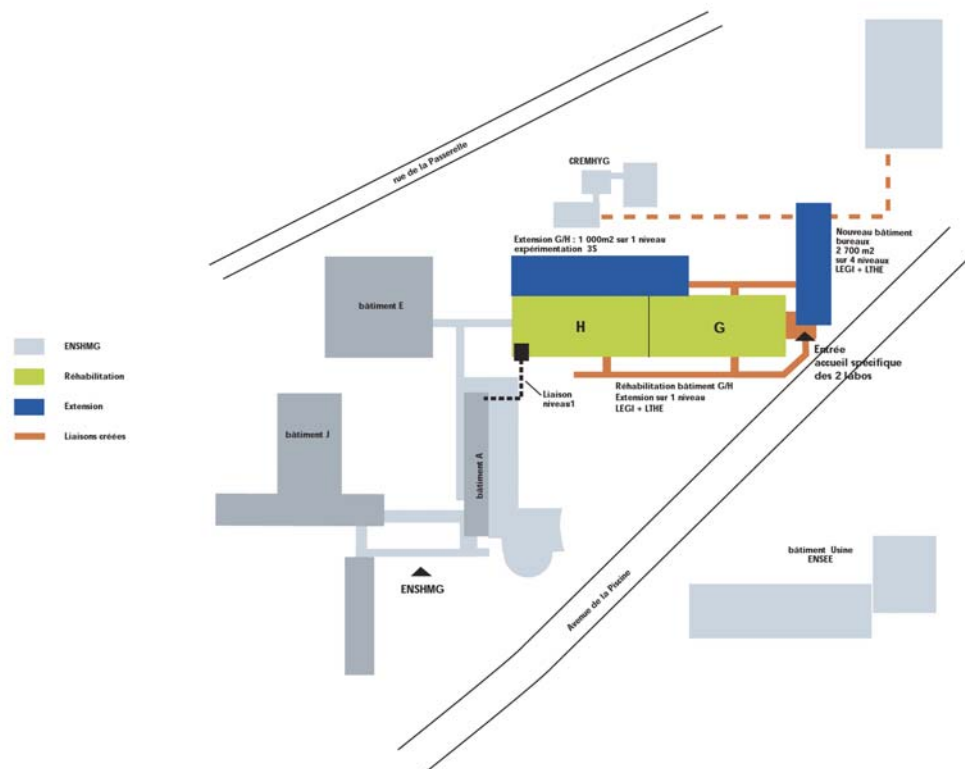
Extrait du rapport de Juin 2003  
Mission d'assistance à la réflexion pour la réhabilitation du bâtiment GH  
dans le cadre du pole GEMME

J. FILLION NICOLLET Architecte DPLG

### Schéma d'implantation des constructions et rénovations liées au LEGI

#### Plan masse - extensions

ech : 1/2 000ème

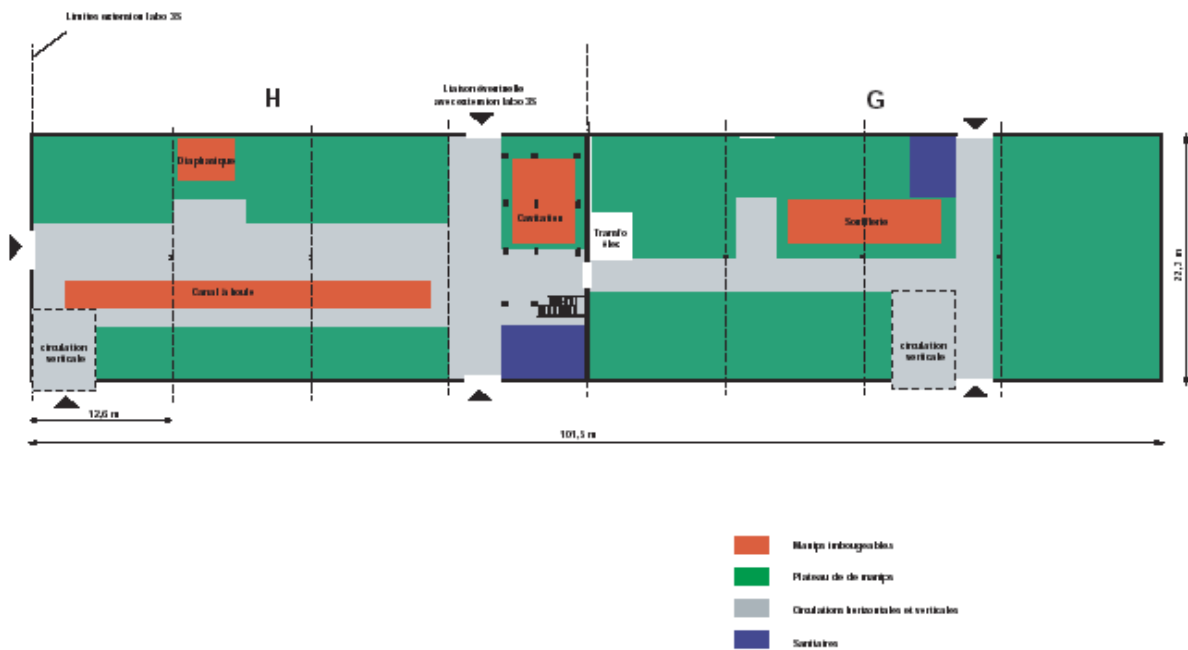


# Rez-de-chaussée Bâtiment G-H : état des lieux et projet

Rez de chaussée - État des lieux (ech : 1/500ème)

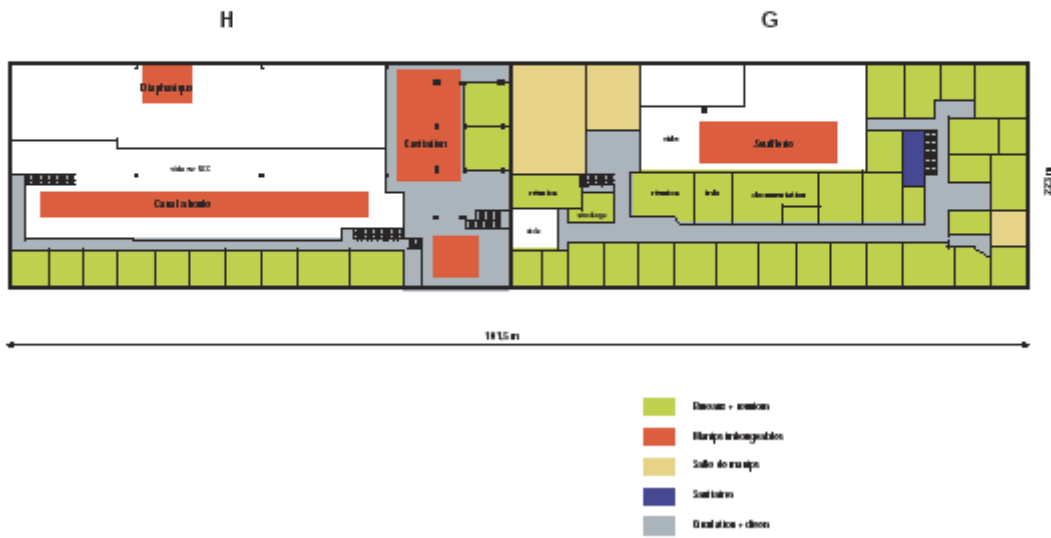


Rez de chaussée - projet (ech : 1/500ème)



# Premier étage Bâtiment G-H : état des lieux et projet

ÉTAGE - État de lieux (ech : 1/500eme)



ÉTAGE - projet (ech : 1/500eme)

