

## Rapport d'activité 2010





MICHEL PONS

## Introduction

Au LIMSI, les Transferts Solide-Fluide (TSF) se déclinent autour des pôles suivants : écoulements diphasiques, écoulements oscillants, transferts avec l'hélium superfluide, et des transferts appliqués, ici à l'habitat. Ces recherches très diverses englobent un certain nombre de frontières.

Expérimental *versus* numérique. Le groupe TSF développe un effort expérimental soutenu sur les écoulements oscillants et sur la résistance de Kapitza. PIV, mesures de pression dynamiques, vélocimétrie par fil chaud, mesure de températures cryogéniques forment le spectre présent des techniques mises en œuvre, auquel devrait bientôt se rajouter la LDV. Parallèlement, de plus en plus de simulations numériques sont développées dans le groupe. Les problèmes abordés vont de la dynamique d'une surface libre (ondes de Faraday) à la prise en compte des joints de grain sur la conduction dans les cavités supraconductrices, en passant par l'élaboration de techniques numériques potentiellement adaptées aux simulations de l'habitat.

Fondamental *versus* appliqué. Chaque problématique présente des points durs théoriques, qui impliquent souvent des interactions entre échelles (micro et macro), tant en termes d'écoulements (streaming en fluide oscillant, dynamique des interfaces liquide-gaz) qu'en termes de transferts. Parallèlement, certains travaux sont plus proches des finalités : cavités supraconductrices, analyse du rafraîchissement solaire ou habitat.

Depuis 2008, l'effectif du groupe TSF a beaucoup augmenté, principalement grâce à l'incorporation des membres de l'ex-Action Transversale Thermoacoustique et l'arrivée de doctorants. Actuellement TSF compte trois chercheurs CNRS, huit enseignants-chercheurs (UPMC, Université Paris-Sud 11 et CNAM), et trois doctorants. Les membres permanents se répartissent en trois A et huit B, dont cinq HDR. V. Bourdin, ingénieur de recherche responsable de la Cellule Expérimentale du Département Mécanique-Énergétique, est en très forte relation avec les membres et les travaux du groupe TSF.

Le groupe a fait un gros effort pour publier dans des revues à comité de lecture (8 articles en 2009 pour 8 permanents actifs) ; il ira plus présenter ses travaux dans les conférences internationales en 2010.

## Présentation de la recherche

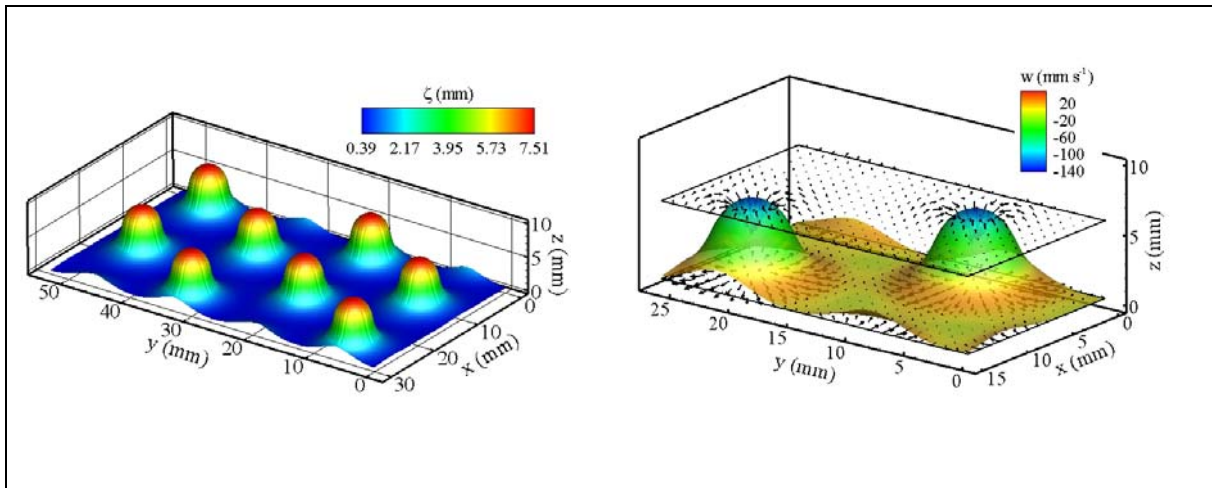
### Thème Dynamique d'écoulements diphasiques

*M.-C. Duluc, D. Juric, F. Feuillebois, V. Daru, N. Périnet, G. Prigent, P. Le Quéré*

Il arrive très souvent, dans la nature comme dans les procédés, que deux phases, liquide et gazeuse soient simultanément présentes. On peut se demander alors quelle est la forme réelle de l'interface, ou bien quelles sont les interactions réciproques entre ces deux phases. Ce thème se décline sur deux axes utilisant une base numérique commune, à savoir la résolution numérique par différences finies des équations de Navier-Stokes dans deux phases dont les densités, viscosités et conductivités sont différentes, avec un suivi d'interface par *front-tracking*. Le premier axe étudie les topologies de l'interface elle-même, pour deux problématiques : les ondes de Faraday et les coalescence/détachement de bulles injectées dans un bain liquide. Le second axe étudie les interactions entre les deux phases du fluide, interactions dynamiques et thermiques via l'interface que celle-ci soit le siège de changement d'état ou non.

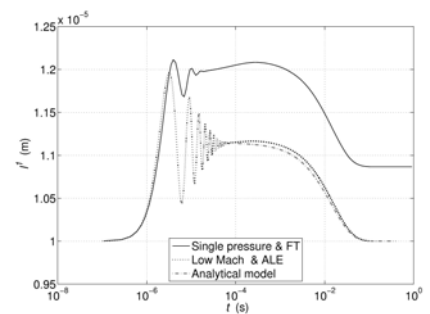
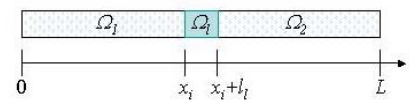
En 1831, Faraday observa que lorsqu'un récipient contenant un liquide avec une surface libre est agité verticalement, le fluide et l'interface se mettent à osciller. Au-delà d'un certain seuil les ondes, stationnaires, produisent des motifs réguliers sur la surface du liquide. Dans l'approche numérique développée par D. Juric, N. Périnet et J. Chergui (CIGITA), les deux fluides sont supposés immiscibles et incompressibles, et le *front-tracking* prend en compte la tension superficielle. Cette simulation tridimensionnelle des effets non-linéaires dans les ondes de Faraday est une première. Les calculs reproduisent bien les observations expérimentales : motifs carrés pour des amplitudes d'oscillation limitées, hexagonaux au-delà, spectres spatio-temporels identiques aux incertitudes expérimentales près. Les figures ci-dessous montrent un motif hexagonal sur la surface libre, les couleurs y indiquent, à gauche la hauteur de l'interface, à droite la vitesse verticale ; remarquer les vitesses dans la phase gazeuse au-dessus de l'interface. Ce travail mené en collaboration avec L.S. Tuckerman (PMMH, Paris) et récemment publié [Périnet *et al.*, *JFM*, 2009], s'inscrit dans le courant des études sur la dynamique des surfaces libres, et plus généralement sur la génération spontanée de motifs géométriques (motifs quasi-cristallins, super-réseaux, oscillons). Au-delà des études en cours sur cette instabilité supercritique, ce code permettra d'explorer des conditions initiales très précisément fixées, ou bien

l'effet de contraintes sur les symétries, ou encore les états stationnaires instables, apportant ainsi une contribution que nous espérons importante aux travaux théoriques sur l'instabilité de Faraday.



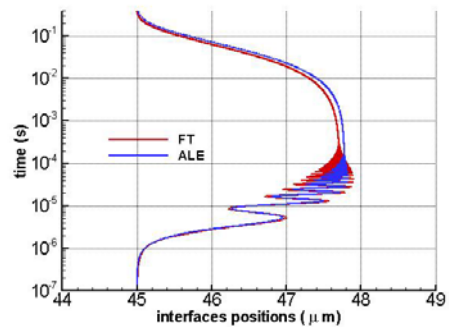
La seconde problématique, le bullage de gaz dans un bain de verre en fusion, est étudiée par D. Juric en collaboration avec Saint-Gobain Recherche (SGR). SGR a fait appel au LIMSI pour simuler l'effet du bullage sur la dynamique du bain liquide de façon plus fine que par des termes sources globaux, comme cela était fait jusqu'alors. Les très grands écarts de masse volumique et de viscosité entre le verre et le gaz sont un point dur pour ces simulations. Le code avec *front-tracking* est donc complété avec, d'une part la dynamique de l'injection et ses effets, d'autre part la coalescence des bulles, dont la physique est encore très mal connue. Les calculs sont validés par comparaison avec des expériences modèles effectuées chez SGR, ainsi qu'avec des données issues de la littérature. Les apports de M. Lebrequer (stagiaire M2 ENSAM, 2008) et G. Ndongo Fokoua (stagiaire M2 UPMC, 2009) ont permis de simuler le pincement et le détachement (*pinch-off*) d'une bulle d'air dans l'eau ou de l'huile minérale. D'après les calculs, le rayon de pincement décroît dans le temps suivant une loi en puissance, ce qui est en parfait accord avec les observations expérimentales. La viscosité joue aussi un rôle important. Les développements à venir porteront sur l'étude des effets de la densité et de la tension superficielle, sur la parallélisation du code et sur des calculs axisymétriques avec les caractéristiques du verre. Un contrat de collaboration formelle SGR-LIMSI avait été signé pour 2009, il devrait se poursuivre par le financement d'un post-doc en 2010.

Lorsque la dynamique et la thermique de chacune des deux phases sont couplées via l'interface, la pression thermodynamique et la compressibilité de la phase gazeuse (qui peut être la vapeur du liquide) jouent un rôle essentiel. C'est le cas pour les écoulements diphasiques en cavité fermée comme pour les écoulements microfluidiques générés par des effets pneumatiques. Un premier modèle numérique avait été développé par V. Daru (maillage fixe, un seul jeu d'équations pour les deux phases, *front-tracking*) avec une variable pression unique, comme pour un fluide compressible. Avec ce premier modèle, M.C. Duluc avait simulé de façon satisfaisante la vaporisation partielle d'un film liquide à l'intérieur d'une enceinte fermée 1D (changement de phase liquide-vapeur, prise en compte de la courbe de saturation, très faible déplacement de l'interface) [Daru *et al.*, *Comptes Rendus Mécanique*, 2006.]. En revanche, pour le cas d'une lame liquide insérée entre deux lames de gaz dans un micro-canal 1D (voir ci-contre), et oscillant sans changement d'état sous l'effet d'une actuation thermique en  $x=0$ , les vitesses d'interface deviennent significatives ( $\sim 1 \text{ m.s}^{-1}$ ), et l'état stationnaire calculé diffère de celui attendu d'après la thermodynamique (voir ci-contre l'évolution temporelle de la position de la lame liquide dans le cas d'un chauffage à température imposée en  $x=0$  avec paroi adiabatique en  $x=L$ ).



Ce résultat nous a montré que des problèmes numériques subsistaient dans la résolution couplée du champ de pression unique et du suivi d'interface. Un second code a alors été développé par O. Le Maître (groupe AERO), utilisant une méthode ALE pour le suivi d'interface (le maillage est reconstruit à chaque pas de temps) ; les phases gazeuses y sont modélisées par l'approximation *Faible*

*Mach* (en effet, dans nos configurations la vitesse des fluides est toujours bien inférieure à la vitesse du son ; cette approximation affranchit le schéma des contraintes numériques liées à l'acoustique) et la phase liquide y est posée incompressible. Ce code, avec un suivi d'interface très précis, a été validé analytiquement [Duluc *et al.*, *Microfluidics and Nanofluidics*, 2009.]. Un troisième modèle a donc été développé par V. Daru, couplant une phase liquide incompressible, une phase gazeuse compressible traitée avec l'approche *Faible Mach* et toujours le suivi d'interface par *front-tracking*. La pression a maintenant deux composantes : la pression thermodynamique, liée à la température de l'interface et à la densité de la phase gazeuse, et la pression dynamique liée, elle, au champ de vitesse. L'accord montré ci-contre entre la solution de référence (ALE en bleu) et le code *Faible Mach front-tracking* (FT en rouge) est tout à fait satisfaisant. Pour étendre ce troisième code aux géométries 2D et 3D, il faut savoir traiter correctement le champ de pression dans son entier, notamment le raccordement de la pression thermodynamique à l'interface comme entre les volumes gazeux, et ce malgré l'hypothèse d'incompressibilité de la phase liquide. Cette extension est en cours de réalisation par G. Prigent, doctorant de l'ED 404.



Enfin, avec l'arrivée récente de F. Feuillebois (DR CNRS) au LIMSI, ce thème s'ouvre sur l'étude des sprays.

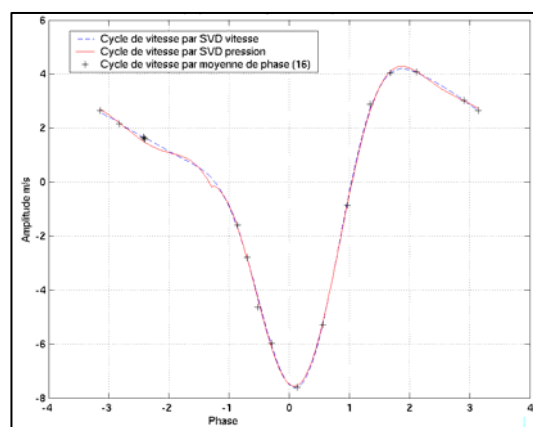
## Thème Dynamiques et transferts en fluide oscillant

*D. Băltean-Carlès, S. Kouidri, F. Jebali, G. Defresne, F. Lusseyran, M.X. François, R. Paridaens, Ph. Debesse*

Une meilleure connaissance des effets non-linéaires à l'œuvre au sein des fluides oscillants est une condition nécessaire à l'amélioration des performances des systèmes thermoacoustiques. Sont présentés ici les travaux strictement menés dans le groupe *TSF*, dont la dimension expérimentale est très forte ; les études menées en collaboration avec des membres d'autres groupes sont, elles, présentés au titre de l'« *Action Transversale Thermoacoustique-Cryogénie* ». Les études sur les fluides oscillants et la thermoacoustique sont intégrées au GdR *Thermoacoustique* (No 3058) rassemblant le LMFA (Lyon), le LAUM (Le Mans), Pprime (Poitiers), l'IPNO (Orsay), ainsi que le PHASE (Toulouse), FEMTO (Besançon) et la société Hékyom (Orsay).

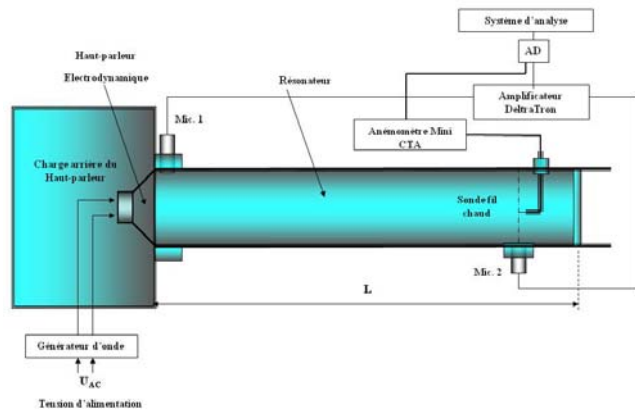
Les non-linéarités se traduisent soit par des écoulements permanents superposés à l'onde acoustique (streaming) soit par des distorsions permanentes du champ de pression. Les uns comme les autres dissipent de la puissance acoustique. Évaluer cette dissipation nécessite de mesurer les composantes de la vitesse du fluide **et** de la pression correspondant aux non-linéarités. Comme les effets à mesurer sont de deux, voire trois ordres de grandeurs plus faibles que la composante acoustique elle-même, il est très difficile de les mettre en évidence. Les techniques expérimentales que nous apprenons à maîtriser sont, premièrement la vélocimétrie, soit par Vélocimétrie par Image de Particule (PIV) soit par anémométrie fil chaud, deuxièmement la mesure de pressions.

Avec l'aide de F. Lusseyran (groupe AERO), qui au LIMSI a une longue expérience des mesures PIV, D. Baltean-Carlès et Ph. Debesse ont mis au point une cellule de mesure de vélocimétrie par PIV sur une portion d'un résonateur à onde stationnaire générée par thermoacoustique (stack plus deux échangeurs de chaleur). Cette installation a permis de caractériser le champ de vitesse acoustique ( $\sim 1 \text{ m.s}^{-1}$ ) mais aussi de mettre en évidence des écoulements secondaires de l'ordre du  $\text{cm.s}^{-1}$ . Les procédures d'acquisition et les post-traitements ont été adaptés à l'installation (voir la thèse de Ph. Debesse). Le « *drive-ratio* » a été varié entre 1 et 4,5 %. La théorie linéaire de l'acoustique rend bien compte des mesures pour un *drive-ratio* de 1 % et si le taux d'harmonique local reste limité. Ce n'est pas du tout le cas pour les valeurs fortes du *drive-ratio* : fort taux d'harmonique, extrema de vitesse dissymétriques à cause du déphasage entre le mode fondamental et les harmoniques (voir Figure). La détermination des champs moyens (par moyenne en phase comme par POD) est très sensible aux incertitudes de mesure. Cependant, il semble bien que ces champs moyens soient

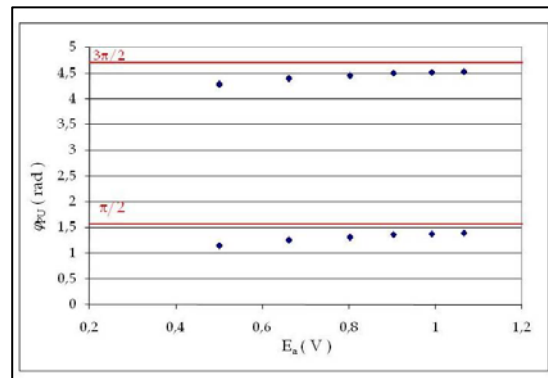
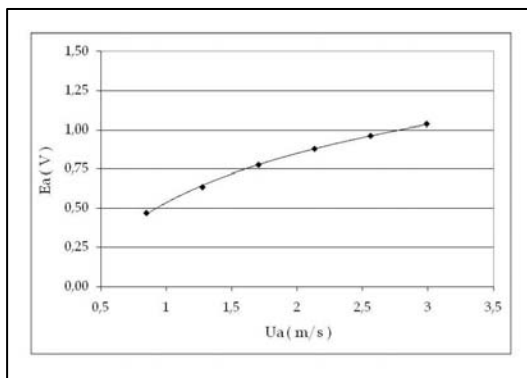


tridimensionnels et principalement constitués de deux cellules de convection. La valeur du *drive-ratio* influence la forme et l'étendue de ces cellules. La visualisation de ces champs moyens dans des conditions proches d'une vraie machine thermoacoustique est aussi une première. Il faut maintenant explorer d'autres positions dans le résonateur pour déterminer comment ces cellules se développent sur toute l'étendue de l'onde. Ces résultats ont été présentés à trois conférences internationales [Acoustic's 08 en conférence invitée, 18th ISNA et 14th Int. Conf. on Fluid Flow Technologies].

La maîtrise de l'anémométrie à fil chaud en fluide oscillant complète utilement la maîtrise des méthodes optiques. En effet, l'anémométrie à fil chaud présente l'avantage de la simplicité et d'un coût limité. Cependant, opérer en fluide oscillant présente une difficulté fondamentale : la vitesse moyenne est nulle, ou presque, ce qui rend inutilisables les étalonnages conventionnels des fils chauds. L'objectif premier fut donc d'étudier la faisabilité d'une calibration de fil chaud dans un champ de vitesse acoustique. La figure ci-contre montre le dispositif expérimental. Pour cette calibration, F. Jebali propose de corréler la tension mesurée à la vitesse référence calculée à l'aide d'un modèle acoustique linéaire, lequel aura été préalablement validé par des mesures dans une configuration simple.



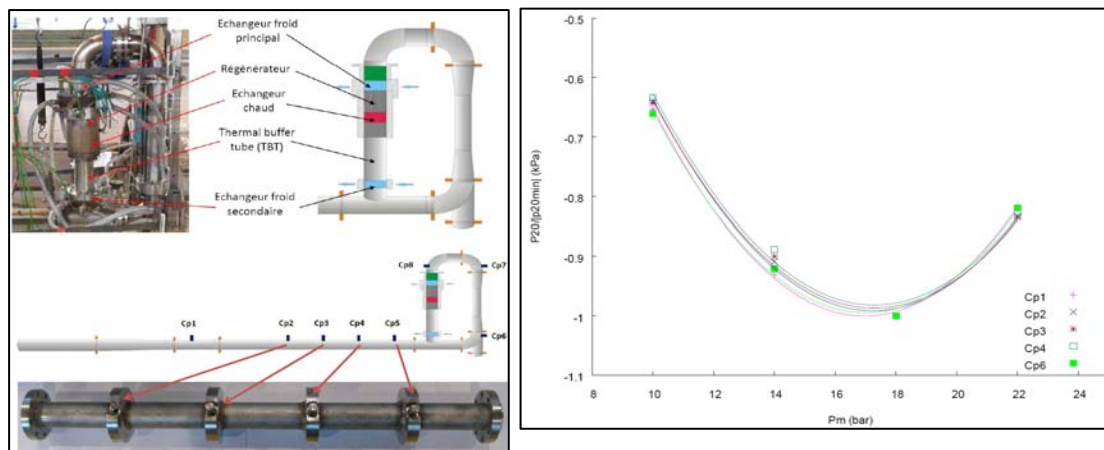
Pour filtrer l'effet des écoulements moyens éventuellement superposés à l'écoulement oscillant, F. Jebali utilise la méthode dite « *des maxima* » développée par G. Huelsz *et al.* [Experiments in Fluids 2001]. Différentes fréquences et différents niveaux de puissance acoustique sont explorés. Pour la calibration en amplitude, c.à.d. l'établissement d'une corrélation entre amplitude la vitesse oscillante et maximum de tension mesurée, les valeurs des vitesses sont calculées par le modèle développé par H. Bailliet [Bailliet *et al. Acta-Acustica-Acta-Acustica* 2000, Jebali *et al. Int. J. Refrig* 2004] et corrélées à la tension mesurée (ci-dessus à gauche), et la tendance de la courbe pour la vitesse indique que la loi de King, habituellement appliquée aux fils chauds, ne peut être utilisée quand l'écoulement est oscillant. La phase déterminée à partir des mesures est en bon accord avec la théorie (à droite). En conclusion, la calibration de fils chauds pour mesurer des amplitudes de vitesse oscillante est possible. L'influence de la fréquence doit maintenant être étudiée.



Pour avoir accès aux puissances, la mesure des vitesses doit être complétée par la mesure des champs de pression. S. Koudri développe cette technique expérimentale, avec un intérêt particulier pour la composante moyenne, de deux ordres de grandeurs plus faible que l'harmonique principale certes, mais qui donne l'amplitude des phénomènes non-linéaires, dissipatifs car causes des pertes d'efficacité énergétique des machines thermoacoustiques. Cette campagne expérimentale a été conduite avec un moteur thermoacoustique annulaire de type *Stirling* (voir figure ci-contre) : la boucle annulaire est prolongée par un résonateur rectiligne. Pour accéder à la pression moyenne, environ 100 fois plus faible que la pression de travail (plusieurs dizaines de bars), S. Koudri et R. Paridaens utilisent des capteurs de pression piézo-électriques pariétaux répartis le long des parois du résonateur (voir ci-dessous à gauche), dont l'étalonnage a exigé une attention très méticuleuse. La figure ci-dessous à droite montre l'évolution de la pression moyenne d'ordre deux (normalisée par son minimum) en fonction de la pression moyenne. L'amplitude

caractérise les non-linéarités du système. Il apparaît que cette amplitude peut être minimisée en adaptant la pression de travail.

L'ensemble des travaux réalisés dans ce thème aura donné lieu à trois présentations au CFA 2010, et sera présent à diverses conférences en 2010 [Int. Conf. ASME-ATI-UIT en mai, ASME Fluids Engineering Summer Meeting], des articles de revue sont aussi en préparation [JASA].



## Thème Transferts de chaleur à l'interface solide-hélium superfluide

J. Amrit, V. Radakrishnan

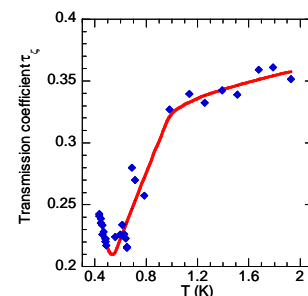
Ce thème englobe trois problématiques, intercorrélées et étudiées en parallèle, et qui impliquent des transferts de chaleur à micro/nano échelle : la résistance thermique (dite *de Kapitza*) à l'interface entre cristal de Silicium et Hélium superfluide, la stabilité thermique des cavités supraconductrices des accélérateurs de particules, et la conduction thermique dans les nanofils.



L'étude expérimentale de la résistance de Kapitza est effectuée en collaboration avec l'IPNO (Orsay), avec l'aide de J.C. Poulin (ICMO, Orsay) pour la caractérisation de l'état de surface par microscopie à force atomique. Le dispositif expérimental (Figure à gauche et décrit dans le [Rapport d'Activité 2007](#)<sup>3</sup>) a permis de mesurer la résistance de Kapitza entre 0,4 et 2,17 K. C'est aussi une première. Ces mesures remarquables permettent enfin un début de compréhension du mécanisme de transferts à une interface à micro échelle. [Amrit et al., *J. Phys. : Conf. Series*, 2009]. Il apparaît que la nature sélective de la transmission de la chaleur dépend de la température (fréquence) et de la rugosité nanométrique de surface. (Amrit, 2010, *Phys. Rev. B*).

La stabilité thermique des cavités supraconductrices des accélérateurs de particules est étudiée de longue date en collaboration avec le CEA/Saclay/Irfu (C.Z. Antoine). Nos mesures de la résistance de Kapitza à l'interface entre Niobium et <sup>4</sup>He superfluide constituent aujourd'hui un « benchmark » pour les concepteurs des accélérateurs de particules. Mais nous avons aussi

mis en évidence l'existence d'une résistance de Kapitza aux joints de grains de Niobium polycristallin, nous en avons mesuré la valeur et nous avons établi sa dépendance à la température. De plus, à l'aide d'une simulation numérique tenant compte de l'épaisseur de la paroi, de la taille et de la densité des grains et de cette résistance de Kapitza entre grains, nous avons montré que la température peut devenir extrêmement inhomogène dans la paroi de la cavité, ce qui a mis en évidence pour la première fois que la stabilité thermomagnétique des cavités supraconductrices dépend de la taille des grains du niobium polycristallin [Amrit et al., *Adv. Cryo. Eng.*, 2008]. La tendance actuelle est donc de fabriquer les cavités supraconductrices en Niobium monocristallin. Le *Fermi National Accelerator Laboratory*, Illinois USA,



Evidence d'une transition dans la transmission

<sup>3</sup> [http://rs2007.limsi.fr/index.php/TSF:Pag\\_5](http://rs2007.limsi.fr/index.php/TSF:Pag_5)



fabrique des lingots de Niobium monocristallin de 20-30 cm de diamètre ; nous avons pu nous procurer quelques échantillons, et avons commencé les premières caractérisations (état de surface, composition chimique de la surface, densité de dislocations, et même orientation cristallographique par rétrodiffusion d'électrons Rappelons grâce à Th. Baudin -Laboratoire Physico-Chimie de l'Etat Solide, Orsay). Voir [Amrit et al., *Phys. Rev. Special Topics: Accel. & Beams*, 2010].

L'étude de la conduction thermique dans les nanofils et des quanta de conductance est plus récente et s'effectue dans le cadre de la Fédération Transfert Masse et Chaleur en collaboration avec S. Volz (Laboratoire EM2C, *École Centrale Paris*) et F. Parrain (*IEF*, Orsay), et avec V. Radakrishnan (post-doctorant pendant un an au LIMSI sur financement du PRES UniversSud). Dans ces systèmes, la chaleur est essentiellement transportée par les phonons (ondes élastiques du réseau cristallin) mais lorsque le nanofil est métallique le rôle des électrons n'est pas négligeable. Basée sur une approche est à la fois théorique, numérique et expérimentale notre hypothèse est que la résistance se trouve principalement entre le nanofil (qui est objet quasiment 1D) et son substrat 3D. Ce sujet est évidemment très actif internationalement.

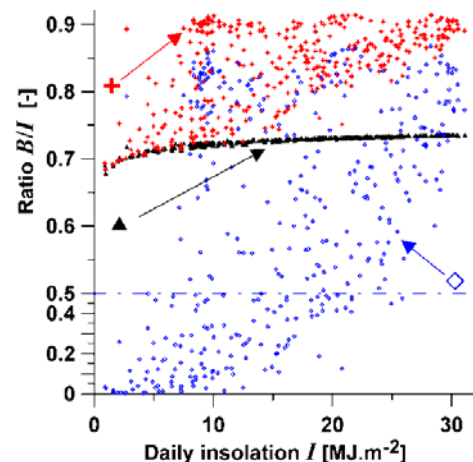
## Thème Transferts convectifs appliqués

M. Pons, M. Firdaouss

Ce thème est en complète restructuration depuis les deux dernières années. En conséquence, des travaux sur la *Thermodynamique des systèmes* et sur les *Transferts en milieux poreux* ont été publiés récemment, alors que l'étude des transferts convectifs appliqués, en particulier pour l'habitat ne fait que débiter.

Vis-à-vis du second principe, les procédés solaires, et plus généralement tous les systèmes ayant une interaction forte avec l'ambiante, dont le bâtiment, opposaient à l'analyse des difficultés méthodologiques. Deux questions n'avaient pas encore de réponse satisfaisante dans la littérature : 1/ quelle est l'exergie contenue dans le rayonnement solaire tel qu'il parvient en un lieu donné ? 2/ Quelle température de référence prendre pour l'analyse exergetique ? Ces deux questions sont cruciales pour analyser des installations solaires, comme les systèmes de climatisation testés dans le projet ANR-PREBAT ORASOL.

Si l'exergie du rayonnement solaire hors-atmosphère était bien établie [R. Petela, 1964], aucune méthode satisfaisante ne permettait d'évaluer l'exergie du rayonnement incident tel qu'habituellement mesuré sur les installations solaires (direct et diffus, voire global seulement). La solution consistait à traiter additivement le direct et le diffus, chacun dans son angle solide. L'analyse a été appliquée à des données fournies par des partenaires du projet (PROMES, et LPBS). La figure ci-contre montre l'exergie (intégrée sur chaque jour de l'année) contenue dans le rayonnement solaire total (+), global (▲) et direct seul (◇) à Odeillo. La différence entre l'exergie totale + et l'exergie globale ▲ (resp. directe ◇) montre la perte d'exergie résultant du seul choix du mode de captation, capteurs plans (resp. à concentration). Les données recueillies à La Réunion se distribuent autrement dans ce diagramme.



Le choix de la référence pour définir l'exergie devient aussi un point dur lorsqu'il s'agit d'analyser un système fonctionnant dans un environnement qui par essence fluctue (alternances jour-nuit et des saisons). Ce problème était complètement ignoré de la communauté thermodynamique. Suivant une approche rationnelle, nous avons pu sortir de l'*a priori* posant que l'exergie de l'air ambiant est toujours nulle. Nous trouvons ainsi une référence qui, premièrement fait sens en termes d'irréversibilités, deuxièmement permet d'analyser des procédés incluant un stockage jour-nuit (par exemple la ventilation nocturne) voire inter-saisonnier (puits canadiens/provençaux). Ces travaux sur la thermodynamique en environnement solaire ont été présentés en conférence, en séminaires de l'Agence Internationale de l'Énergie (*Task-38*), et en revue.

Deux applications des transferts convectifs sont actuellement envisagées dans le groupe. La première consiste à simuler les transferts entre un fil chaud et un fluide en écoulement oscillant. De telles simulations devraient apporter des informations permettant de mieux interpréter les mesures de F. Jebali (voir ci-dessus). La seconde consiste à développer une méthode « multi-niveaux » avec en vue la simulation des écoulements d'air dans le bâtiment. En effet et à la fois pour des questions d'hygiène et d'énergie, il devient de plus en plus important de connaître, et donc simuler, les écoulements d'air dans les bâtiments. Un tel but ne pourra être atteint que par des calculs massivement parallèles, utilisant les concepts d'informatique distribuée ou de calculs sur GPU. Or, lorsque le problème met en jeu de nombreux couplages et sur des



échelles d'espace très différentes (tel est le cas dans le bâtiment), la convergence des algorithmes de décomposition de domaine devient très lente. Rajouter un calcul à un niveau supérieur, à la fois « grossier » (très sous-résolu) et incluant les couplages, permettrait à un algorithme de décomposition de domaines d'être dirigé plus rapidement vers la convergence entre sous-domaines. Nous avons commencé les travaux sur ce thème à l'automne 2009 ; chemin faisant il est apparu que dans la résolution de Navier-Stokes par différences finies et avec décomposition de domaine le raccord entre les champs de pression calculés indépendamment soulève une vraie difficulté. Certains auteurs de la littérature avancent l'idée qu'une résolution « multi-niveaux » pourrait lever ce verrou. Dans ce cas aussi, la recherche sur une application rejoint une question d'ordre fondamental.

## Personnels

### Permanents

| Prénom          | Nom          | Statut | Position  | Organisme | Quotité |
|-----------------|--------------|--------|-----------|-----------|---------|
| Jairaj          | Amrit        | Ens-Ch | MC HdR    | U-PSud    | 1       |
| Diana           | Baltean      | Ens-Ch | MC        | UPMC      | 1       |
| Gérard          | Defresne     | Ens-Ch | Pr.Agrégé | U-PSud    | 1       |
| Marie-Christine | Duluc        | Ens-Ch | MC HdR    | CNAM      | 1       |
| François        | Feuillebois  | Ch     | DR2       | CNRS      | 1       |
| Mouaouia        | Firdaouss    | Ens-Ch | MC Th E   | UPMC      | 1       |
| Maurice-Xavier  | François     | Ens-Ch | PREM      | UPMC      | 1       |
| Fathi           | Jebali Jerbi | Ens-Ch | MC        | UPMC      | 1       |
| Damir           | Juric        | Ch     | CR1       | CNRS      | 1       |
| Smaïne          | Kouidri      | Ens-Ch | Pr2       | UPMC      | 1       |
| Michel          | Pons         | Ch     | CR1 HdR   | CNRS      | 1       |

### Doctorants

| Prénom    | Nom       | Ecole doctorale | Etablissement d'inscription | Date début |
|-----------|-----------|-----------------|-----------------------------|------------|
| Nicolas   | Perinet   | SMAE            | UPMC                        | 01/10/2007 |
| Richard   | Paridaens | SMAE            | UPMC                        | 15/09/2009 |
| Guillaume | Prigent   | Physique Macro  | U-PSud                      | 01/10/2009 |

### Personnels non permanents

| Prénom | Nom   | Dernier statut |
|--------|-------|----------------|
| Marx   | Chhay | CDD            |

## Participation à des instances

- Participations aux *Comités de Sélection* de différents établissements : ENSEM Nancy Section 60 (M. Firdaouss), UPMC Section 60 (M. Pons, D. Baltean), UP-Sud Section 62 (J. Amrit), Univ. Paris-Est Marne-la-Vallée sections 30-33 et 62 (M.-C. Duluc), Univ. Joseph Fourier Grenoble sections 60-62 (M.-C. Duluc).
- S. Kouidri a été membre des advisory committee de *4th International Symposium on Fluid Machinery and Fluid Engineering* et de *2010 International Conference on Pumps and Fans*.
- M. Pons est membre du Conseil Scientifique de la Société Française de Thermique, 2009-2010.
- M. Pons est membre du GAT-Bâtiment (au sein du programme Énergie du CNRS, les GAT sont chargés de mettre en évidence les thèmes de recherche prioritaires dans leurs domaines respectifs).

- M. Pons a été Président du Comité Scientifique de l'École thématique SIMUREX (Conception optimisée du bâtiment par la SIMulation et le Retour d'EXpérience) pour l'édition 2010.
- M. Pons a été membre du Comité Scientifique de l'École thématique OCET (Optimisation et Contrôle des Écoulements et Transferts) pour l'édition 2009.

## Enseignement et diffusion des connaissances

- V. Bourdin donne un cours sur l'Énergie solaire thermique dans le module Énergies alternatives du M2 de Mécanique physique de l'Université Paris-Sud à l'attention des étudiants des parcours Rayonnement et énergie, Énergie et environnement, et Modélisation en mécanique des fluides.
- M.-C. Duluc donne un cours sur Convection-ébullition en Master 2 Ingénierie Physique des Energies, Univ. Paris Diderot (9 h / an)
- F. Feuillebois donne un cours sur Suspensions et milieux diphasiques en Master 2 de Mécanique, UPMC (30 h / an).
- F. Feuillebois donne un cours sur la Modélisation des propriétés moyennes des milieux hétérogènes aléatoires en Master d'Ingénierie Mathématique à l'École Polytechnique de Tunisie (20 h / an).
- S. Koudri donne un cours sur Aéroacoustique Bruit Environnement, et 40% du cours sur Aérohydrodynamique et efficacité des turbomachines en Master 2 de Science de l'Ingénieur Spécialité Énergétique et Environnement, UPMC.

## Organisation de colloques

- D. Baltean-Carlès et S. Koudri ont formé avec C. Weisman, I. Delbende, P. Le Quéré (LIMSI, groupe CORO), S. Pageau-Maurice et V. Ronflé le comité d'organisation de la première édition de l'École thématique Thermoacoustique, 30 mai-4 juin 2010, Roscoff (13 cours, 3 séminaires, env. 30 participants).
- M. Pons a participé à l'organisation de la première édition de l'École thématique SIMUREX (Conception Optimisée du bâtiment par la SIMulation et le Retour d'Expérience), 18-24 avril 2010, Cargèse. (15 cours, 12 séminaires, env. 90 participants).
- M. Pons a co-organisé avec F. Lusseyran (LIMSI, groupe AERO) la Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau, 6 novembre 2009, Orsay (34 présentations, env. 50 participants, site web <http://www.limsi.fr/Individu/semmecca/JDFP/>).
- M. Pons a participé au comité d'organisation de l'École thématique OCET (Optimisation et Contrôle des Écoulements et Transferts) pour sa deuxième édition, 1er-6 février 2009, Roscoff (14 cours, 3 séminaires, env. 40 participants).

## Organisation de séminaires

- M. Pons est co-responsable avec L. Mathelin (LIMSI, groupe AERO) de l'organisation du Séminaire de Mécanique d'Orsay (LIMSI – FAST, environ un séminaire par semaine).

## Édition

- En 2009, F. Feuillebois est avec A. Sellier (LadHyX) l'éditeur de Theoretical Methods for Micro Scale Viscous Flows, Transworld Research Network Publ., sous presse.

## Interventions dans des écoles thématiques et participations à séminaires

- D. Baltean-Carlès, Ph. Debesse, F. Lusseyran, MX François, Méthodologie d'analyse par SVD appliquée aux champs PIV dans un système thermoacoustique, Journées 2009 du GdR Thermoacoustique, LEA, Poitiers, 4-5 mai 2009.
- C. Weisman, D. Baltean-Carlès, O. Hireche, K. Sadjavi, P. Le Quéré, Modèle Faible Mach et simulations numériques 2D de l'amplification d'onde thermoacoustique, Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau, Orsay, 6 Novembre 2009.
- D. Baltean-Carlès a assuré la démonstration du pilote de thermoacoustique, à l'école thématique de Thermoacoustique, Roscoff, 30 mai-4 juin 2010.
- S. Koudri, Séminaire au Cryogenics Laboratory, Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences, 25 novembre 2008.
- S. Koudri, Écoulements redressés dans les systèmes thermoacoustiques à ondes progressives, 4ème Journée de la Fédération TM&C, 21 juin 2010, Laboratoire EM2C, École Centrale, Chatenay-Malabry.
- Pons M., Nouveaux développements sur l'exergie du flux solaire, Colloque IBPSA-PREBATHABISOL, 13-14 mars 2008, INES, Le Bourget-du-Lac.
- Pons M., Analyse exergétique et sources réelles - le cas de la climatisation solaire, Journée SFT Exergie : structuration et optimisation de systèmes, 20 mars 2008, ENSTA, Paris.
- Pons M., Les écoulements multi-cellulaires dans les cavités hautes, 3ème Journée de la Fédération TM&C, 8 juillet 2008, Laboratoire EM2C, École Centrale, Chatenay-Malabry.
- Pons M., The exergy of solar radiation at the Earth's surface, 5th Expert Meeting of International Energy Agency Task 38 (Solar Air-Conditioning and Refrigeration), 14 October 2008, INETI, Lisbon, Portugal.

- Pons M., To what refer exergy when ambient temperature fluctuates?, 6th Expert Meeting of International Energy Agency Task 38 (Solar Air-Conditioning and Refrigeration), 27 April 2009, Fraunhofer Institut, Freiburg, Germany.
- Pons M., Le benchmark ADNBATI, Séminaire du GAT Bâtiment, 31 août – 1er septembre 2009, LET, Poitiers.
- Pons M., L'approche second principe des procédés de réfrigération et de pompage de chaleur, à base d'hydrogènes ou autres, 19 February 2010, Laboratoire LCMTR, Vitry-Thiais.
- Pons M., Le benchmark ADNBATI, Atelier de l'école thématique SIMUREX, 31 mai 2010, IES, Cargèse.
- Pons M., Le froid solaire, École d'été ENERSI (Energies Renouvelables et Systèmes Intelligents), 30 août - 3 sept. 2010, Polytech Annecy-Chambery, Le Bourget du Lac.

## Collaborations de recherche

### Nationales

- Collaboration de J. Amrit avec J.-P. Thermeau, équipe R&D Basses Températures, Division Accélérateur de l'IPNO (Orsay), sur la mesure de la résistance Kapitza (Si/He-superfluide) à très basse température
- Collaboration de J. Amrit avec C.-Z. Antoine, (CEA/DSM/IRFU, Gif sur Yvette) sur les transferts de chaleur entre cavités supraconductrices et hélium superfluide et sur la conductivité thermique des polycristaux.
- Participation de J. Amrit à l'axe Nanothermique de la Fédération de recherche Transferts de Masse et de Chaleur, collaboration avec S. Volz (EM2C, École Centrale Paris). Responsable scientifique du projet PresUniverSud n°2008-23 Thermique des Nanojonctions, avec EM2C/ECP (S. Volz) et IEF/Minasys/UP-Sud (F. Parrain et A. Bosseboeuf).
- Participation de J. Amrit au GdR Thermique des Nanosystèmes et Nanomatériaux (No 2503).
- Participation de D. Baltean-Carlès, F. Jebali et S. Koudri au GdR Thermoacoustique (No 3058, dirigé par Ph. Blanc-Benon) rassemblant le LMFA (Lyon), le LAUM (Le Mans), Pprime (ex-LEA, Poitiers), l'IPNO (Orsay), ainsi que le PHASE (Toulouse), le FEMTO (Besançon) et la société Hékyom (Orsay).
- Collaboration de D. Baltean-Carlès avec P. Duthil, IPNO, Orsay.
- Collaboration de F. Feuillebois avec Anne Mongruel, PMMH (CNRS-ESPCI).
- Collaboration de F. Feuillebois avec Antoine Sellier, LadHyX (CNRS-Ecole Polytechnique).
- Collaboration de F. Feuillebois avec Jeanne Malet, IRSN, Saclay. Une thèse co-dirigée avec Olivier Simonin (IMFT Toulouse) est supervisée à l'IRSN par J. Malet.
- Collaboration de M. Pons avec P. Joubert et P. Bourdoukan, LEPTIAB, Université La Rochelle, sur l'analyse second principe d'une installation expérimentale de climatisation solaire par cycle à roue dessiccante. Convention No 020990 du 9 août 2007.
- Participation de M. Pons au projet ANR-PREBAT ORASOL (2007-2001), projet piloté par F. Lucas (PIMENT ex-LPBS, St Pierre de la Réunion) avec l'INES (Chambéry), le LOCIE (Le Bourget du Lac), le PROMES (Perpignan), le LaTEP (Pau), TECSOL (Perpignan), et la CIAT (Culloz).

### Internationales

- D. Baltean-Carlès et C. Weisman (groupe CORO), collaborent avec L. Bauwens, Professeur à l'Université de Calgary (Canada).
- D. Baltean-Carlès et C. Weisman (groupe CORO), collaborent avec O. Hireche, LMA, Université d'Oran (Algérie), dans le cadre d'un projet Tassili.
- F. Feuillebois est responsable du PICS Interactions hydrodynamiques dans les suspensions, entre le CNRS et l'Académie des Sciences de Pologne (PAN), ainsi que le LadHyX (École Polytechnique) et l'Université de Varsovie. 2009-2011. Collègues polonais : Maria Ekiel-Jezewska, Elek Wajnryb (Acad. Sciences), B. Cichocki, P. Szymczak (Univ. Varsovie).
- F. Feuillebois participe au projet de coopération CNRS-Académie des Sciences de Bulgarie Congélation d'un film liquide en écoulement, application au givrage (responsable au LIMSI: Virginie Daru). Collègues bulgares : Sonia Tabakova, Stefan Radev. 2010-2011.
- Collaboration de F. Feuillebois avec le Laboratoire d'Ingénierie Mathématique, École Polytechnique de Tunisie. Collègue tunisien : Lassaad Elasmi. Deux thèses en cotutelle en cours sur les suspensions en écoulement à petit nombre de Reynolds.
- Collaboration de F. Feuillebois avec l'Institut de Physico-Chimie et Electrochimie, Académie des Sciences de Russie sur les Écoulements au voisinage de parois super-hydrophobes. Collègue russe : Olga Vinogradova.
- Collaboration de F. Feuillebois avec le MIT, Cambridge, USA sur les Écoulements au voisinage de parois avec glissement. Collègue américain : Martin Bazant.
- Collaboration de M. Firdaouss avec Mohammed Hasnaoui, professeur de l'Université de Marrakech (Maroc), invité pour un mois en 2010 par UPMC.

## Contrats de recherche et valorisation

Tableau des contrats

| Date d'effet | Date de fin | Intitulé                     | Type                                 | Catégorie                  | Organisme financeur-Partenaire | Responsable scientifique | Responsable LIMSI | Part LIMSI |
|--------------|-------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| 17/04/2007   | 17/01/2011  | ORASOL                       | PREBAT                               | Collaboration de recherche | ANR                            | Lucas Franck             | Pons Michel       | 45 320     |
| 09/08/2007   | 08/08/2010  | Irréversibilités dessicantes | Autre                                | Collaboration de recherche | Université La Rochelle         | Pons Michel              | Pons Michel       | 0,00       |
| 01/01/2008   | 31/12/2008  | BQR 2008                     | BQR                                  | Collaboration de recherche | UPMC                           | Baltean Diana            | Baltean Diana     | 15 000     |
| 11/02/2008   | 11/02/2009  | PRES-2008                    | PRES                                 | Collaboration de recherche | UniverSud Paris                | Amrit Jairaj             | Amrit Jairaj      | 50 000     |
| 12/12/2008   | 11/12/2009  |                              | Autre                                | Accord de secret           | AQUA OMNES                     | Pons Michel              | Pons Michel       | 0,00       |
| 01/01/2009   | 31/12/2009  | ADN-BATI                     | Programme interdisciplinaire Energie | Collaboration de recherche | CNRS                           | Pons Michel              | Pons Michel       | 7 500      |

## Production scientifique

### Thèses et HDR

1. Debesse, P. (2008). *Vers une mesure du vent thermoacoustique*. Doctorat, Université Paris 6/LIMSI: 228.
2. Duluc, M. C. (2009). Contribution à l'étude des transferts en écoulements avec et sans changement de phase. HDR, Université Paris 6/LIMSI

### Revues à comité de lecture

1. Amrit, J. (2010). "Impact of surface roughness temperature dependency on the thermal contact resistance between Si(111) and liquid 4He." *Physical Review B* **81**(5): 054303\_1-054303\_10.
2. Amrit, J. and C. Z. Antoine (2010). "Kapitza resistance cooling of single crystal (111) niobium for superconducting rf cavities." *Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams* **13**(2): 023201\_1-023201\_8.
3. Amrit, J. and Q. Li (2008). "Simulation of the impact of the Kapitza resistance at grain-grain interfaces on niobium S.C. cavities." *Advances in Cryogenic Engineering*: 135-142.
4. Amrit, J. and J. P. Thermeau (2009). "Measurements of the Kapitza resistance between Silicon and Helium from 0.4 K to 2.1 K." *Journal of Physics Conference Series* **150**: 032002\_1-032002\_3.
5. Duluc, M. C., O. Le Maitre, V. Daru and P. Le Quéré (2009). "Numerical study of liquid inclusion oscillations inside a closed 1D microchannel filled with gas." *Microfluidics and Nanofluidics* **6**(2): 163-177.
6. Duluc, M. C., B. Stutz and M. Lallemand (2008). "Boiling incipience in liquid nitrogen induced by a step change in heat flux." *International Journal of Heat and Mass Transfer* **51**(7-8): 1738-1750.
7. Duluc, M. C., S. Xin, F. Lusseyran and P. Le Quéré (2008). "Numerical and experimental investigation of laminar free convection around a thin wire : long time scalings and assessment of numerical approach." *International Journal of Heat and Fluid Flow* **29**(4): 1125-1138.
8. Fedala, D., S. Koudri and R. Rey (2009). "Numerical study of time domain analogy applied to noise prediction from rotating blades." *Journal of Sound and Vibration* **321**(3-5): 662-679.
9. Hireche, O., C. Weisman, D. Baltean Carlès, P. Le Quéré, M. X. François and L. Bauwens (2010). "Numerical model of a thermoacoustic engine." *Comptes Rendus Mécanique* **338**(1): 18-23.
10. Hurault, J., S. Koudri, F. Bakir and R. Rey (2010). "Experimental and numerical study of the sweep effect on three-dimensional flow downstream of axial flow fans." *Flow Measurement and Instrumentation* **21**(2): 155-165.
11. Momen, G., G. Hermosilla, A. Michau, M. Pons, M. Firdaouss and K. Hassouni (2009). "Hydrogen storage in an activated carbon bed: effect of energy release on storage capacity of the tank." *International Journal of Hydrogen Energy* **34**(9): 3799 - 3809.
12. Momen, G., G. Hermosilla, A. Michau, M. Pons, M. Firdaouss, P. Marty and K. Hassouni (2009). "Experimental and numerical investigation of the thermal effects during hydrogen charging in packed bed storage tank." *International Journal of Heat and Mass Transfer* **52**(5-6): 1495-1503.

13. Osorio, M. R., A. Bétrancourt, M. X. François, J. A. Veira and F. Vidal (2008). "A superconducting fault current limiter integrated in the cold heat exchanger of a thermoacoustic refrigerator." *Superconductor Science and Technology* **21**(9): 095013\_1-095013\_7.
14. Périnet, N., D. Juric and L. S. Tuckerman (2009). "Numerical simulation of Faraday waves." *Journal of Fluid Mechanics* **635**: 1-26.
15. Pons, M. (2008). "Transition from single-to multi-cell natural convection of air in cavities with an aspect ratio of 20: a thermodynamic approach." *International Journal of Thermodynamics* **11**(2): 71-79.
16. Pons, M. (2009). "On the reference state for exergy when ambient temperature fluctuates." *International Journal of Thermodynamics* **12**(3): 113-121.
17. Rabe, C., J. Malet and F. Feuillebois (2010). "Experimental investigation of water droplet binary collisions and description of outcomes with a symmetric Weber number." *Physics of Fluids* **22**(4): 047101\_1-047101\_11.
18. Shin, S. and D. Juric (2009). "A hybrid interface method for three-dimensional multiphase flows based on front tracking and level set techniques." *International Journal for Numerical Methods in Fluids* **60**(7): 753-778.
19. Shin, S. and D. Juric (2009). "Simulation of droplet impact on a solid surface using the level contour reconstruction method." *Journal of Mechanical Science and Technology* **23**(9): 2434-2443.

### Conférences à comité de lecture

1. Baltean, D., P. Debesse, F. Lusseyran and M. X. François (2008). *PIV contribution for measuring acoustic and streaming flow in thermoacoustic systems, using phase average dynamics*. Acoustics'08. 9e Congrès Français d'Acoustique of the SFA. Paru dans : JASA, Vol 123, ref 3545. ??
2. Bétrancourt, A., T. Le Pollès, G. Defresne, D. Baltean, P. Duthil, J. P. Thermeau and M. X. François (2008). *Experimental validations of a new thermoacoustic simulation software CRISTA*. Acoustics'08. 9e Congrès Français d'Acoustique of the SFA. Paru dans : JASA, Vol 23, ref 3707. Poster
3. Bétrancourt, A., T. Le Pollès, G. Defresne, D. Baltean, J. P. Thermeau and M. X. François (2008). *La réfrigération thermoacoustique à 200K*. SFT 2008. Congrès Français de Thermique "Thermique Aeronautique et Spatiale". 753-758
4. Daru, V., M. C. Duluc, O. Le Maître and P. Le Quéré (2008). *Numerical simulation of low Mach number liquid gas flows*. ISTP 19. The 19th International Symposium on Transport Phenomena. 6p
5. Daru, V., M. C. Duluc, P. Le Quéré and D. Juric (2009). *A numerical model for the simulation of low Mach number liquid-gas flows*. ISMF2009. The 6th International Symposium on Multiphase Flow, Heat Mass Transfer and Energy Conversion. MN-26\_1-MN-26\_6
6. Daru, V., M. C. Duluc, P. Le Quéré and D. Juric (2009). *Simulation numérique d'écoulements liquide-gaz en approximation bas Mach*. 19e Congrès Français de Mécanique. 6p
7. Feuillebois, F., A. Foissac, J. Malet, S. Mimouni and F. Feuillebois (2010). *Methods for the coupled Stokes-Darcy problem Binary water droplet collision study in presence of solid aerosols in air*. 2nd AmiTaNS. Second Conference of the Euro-American Consortium for Promoting the Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences. 1
8. Hireche, O., C. Weisman, D. Baltean, L. Bauwens, M. X. François and P. Le Quéré (2008). *Numerical simulation of a thermoacoustic wave amplification*. Acoustics'08. 9e Congrès Français d'Acoustique of the SFA. Paru dans : JASA, Vol 123, ref 3708. Poster
9. Hireche, O., C. Weisman, D. Baltean, M. X. François, P. Le Quéré and L. Bauwens (2008). *Numerical model of a thermoacoustic engine*. Acoustics Week in Canada 2008. Annual Conference of the Canadian Acoustical Association. 2p
10. Hurault, J., S. Koudri, F. Bakir and R. Rey (2010). *Amiet formulation and semi-empirical models for trailing edge noise prediction in axial flow fans*. ASME-ATI-UIT 2010. Conference on Thermal and Environmental Issues in Energy Systems. 6p
11. Jebali, F., G. Huelsz, P. Lotton and S. Koudri (2010). *Quelques aspects liés aux différents niveaux de l'amplitude de vitesse acoustique mesurée par anémométrie fil chaud*. CFA 10. 10ème Congrès Français d'Acoustique. 6p
12. Koudri, S., F. Jebali and R. Paridaens (2010). *Nonlinear phenomena in thermoacoustic engines*. ASME-ATI-UIT 2010. Conference on Thermal and Environmental Issues in Energy Systems. 5p
13. Koudri, S., F. Jebali and R. Paridaens (2010). *Pression moyenne temporelle d'ordre deux dans les systèmes thermoacoustiques*. CFA 10. 10ème Congrès Français d'Acoustique. 5p
14. Lucas, F., F. Boudehenn, S. Amblard, J. Castaing-Lasvignottes, M. Pons, N. Le Pierres, D. Stitou and D. Mugnier (2008). *ORASOL : a French research program for solar cooling process optimization*. EUROSUN 2008. 1st International Conference on Solar Heating. 351\_1-351\_8
15. Périnet, N., D. Juric and L. S. Tuckerman (2009). *Simulation numérique des ondes de Faraday*. 19e Congrès Français de Mécanique. 5p
16. Périnet, N., D. Juric and L. S. Tuckerman (2009). *Simulation numérique des ondes de Faraday*. 12e Rencontre du Non-Linéaire. Paru dans : Comptes-rendus de la 12e Rencontre du Non-Linéaire, C. Josserand, M. Lefranc et C. Letellier, éditeurs, Non-Linéaire Publications, (2009). 161-166
17. Périnet, N., D. Juric and L. S. Tuckerman (2010). *A numerical study of Faraday waves*. ICMF 2010. 7th International Conference on Multiphase Flow. 12p
18. Pons, M. (2008). *Bases for second law analyses of solar-powered systems - Part 1: the exergy of solar radiation*. ECOS 2008. 21st International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation & Environmental Impact of Energy Systems. 139-146

19. Pons, M. (2008). *Bases for second law analyses of solar-powered systems - Part 2: the external temperature*. ECOS 2008. 21st International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation & Environmental Impact of Energy Systems. 147-154
20. Pons, M. (2008). *Exergie en environnement réel pour la climatisation solaire*. SFT 2008. Congrès Français de Thermique "Thermique Aeronautique et Spatiale". 789-794
21. Pons, M. (2008). *Méthode pour analyses exergétiques robustes d'installations solaires et de bâtiments*. IBPSA France 2008. International Building Performance Simulation Association Conference. 8p
22. Pons, M. (2009). *Les routes vers l'équilibre en convection naturelle - le travail des forces de pression*. SFT 2009. Congrès Français de Thermique 2009 Paru dans : Actes SFT 2009, B. Bourouga, B. Garnier, P. Glouannec, P. Le Masson, et P. Salignac Ed., Pub. SFT-Paris France, 2009. 75-80
23. Weisman, C., D. Baltean Carlès, P. Le Quéré and L. Bauwens (2010). *Modèle faible Mach et simulations numériques 2D de l'amplification d'onde thermoacoustique*. CFA 10. 10ème Congrès Français d'Acoustique. 6p
24. Weisman, C., D. Baltean Carlès, P. Le Quéré and L. Bauwens (2010). *Numerical study of thermoacoustic wave amplification*. ECCOMAS CFD 2010. V European Conference on Computational Fluid Dynamics. 9p
25. Weisman, C., D. Baltean, P. Duthil and P. Le Quéré (2008). *Natural convection in a stack of horizontal plates in a differentially heated cavity*. ISTP 19. The 19th International Symposium on Transport Phenomena. 203\_1-203\_8
26. Xie, X. J., T. Le Pollès, A. Bétrancourt and M. X. François (2008). *Acoustic impedance of RLC load modulation on a two stages cascade thermoacoustic engine*. ICCR'2008. Fourth International Conference on Cryogenics and Refrigeration. 5p

#### Congrès sans actes, workshops

27. Amrit, J. and J. P. Thermeau (2008). *Measurements of the Kapitza resistance between Silicon and Helium from 0.4 K to 2.1 K*. 25th International Conference on Low Temperature Physics, 7-13 august 2008, Amsterdam.

## Groupe Direction

K. Bassoulet

AMIC : J.C. Barbet, A. Depauw, S. El Ayari,  
A. Liège, E. Plotelat, N. Rajaratnam  
Bibliothèque : M. Roserat, I. Lollia  
Communication : S. Pageau-Maurice  
Infrastructure : D. Lerin, P. Desroches  
Formation permanente : I. Lollia  
Logistique & Audiovisuel : P. Durand  
Secrétaire-gestionnaire : O. Sineau

## Conseil de laboratoire

ACMO  
L. Pointal  
A. Choisier

## Direction

Directeur : P. Le Quéré  
Directeur Adjoint : Ph. Tarroux  
Administratrice : K. Bassoulet  
Secrétaire Direction : N. Pain

## Coordination Gestion

K. Bassoulet

Dépt CHM : S. Hamon, L. Rostaing  
Dépt Méca : V. Ronflé  
Gr. Dir : N. Pain, O. Sineau

## Département Mécanique-Energétique

P. Le Quéré, Secrétaire-gestionnaire : V. Ronflé

### Action Transversale Thermoacoustique-Cryogénie : P. Le Quéré

### Cellule CIGITA (Informatique Graphique et Ingénierie

Thermoaérialique) : J. Chergui, A.T. Dang, Y. Fraigneau

Cellule Expérimentale : V. Bourdin, V. Gautier, Y. Maire

## Département Communication Homme-Machine

Ph. Tarroux, Secrétaire-gestionnaire : S. Hamon, L. Rostaing

### Action Transversale COPTE (Corpus parole/Texte et Evaluation) : P. Paroubek

#### Groupe Aérodynamique Installationnaire : Turbulence et contrôle

C. Tenaud

Outils numériques performants

O. Le Maître

Ecoulements instationnaires

F. Lusseyran

Manipulation et contrôle

des écoulements

B. Podvin, L. Mathelin

L. Martin-Witkowski

Magnéto-hydrodynamique

C. Nore

#### Groupe Transferts Solide-Fluide

M. Pons

Dynamique des écoulements diphasiques

M.C. Duluc, D. Juric

Dynamiques et transferts en fluide oscillant

D. Balleau, S. Kouldri

Transferts à l'interface solide-solide

hélium superfluide

J. Amrit

Transferts convectifs appliqués

M. Pons

#### Groupe Traitement du Langage Parlé

J.L. Gauvain

Caractérisation du locuteur

C. Barras

Parole et émotion

L. Devillers

Caractérisation des langues et linguistique de corpus oraux

M. Adda-Decker, P. Boula de Mareuil

Analyse robuste de la langue parlée

S. Rosset

Modèles de langage, apprentissage et traduction

F. Yvon, G. Adda

Transcription et indexation de documents audio

L. Lameil

#### Groupe Information, Langues Ecrite et Signée

A. Vilnat

Corpus et représentation

P. Paroubek

Extraction et recherche d'informations précises

P. Zweigenbaum

Traitement automatique de la LSF

A. Braffort

Multilinguisme

A. Max

#### Groupe Audio & Acoustique

C. d'Alessandro

Son & espace

B.F.G. Katz

Analyse et synthèse audio

C. d'Alessandro

Prosodie expressive

A. Rilliard

#### Groupe Architectures et Modèles pour l'Interaction

J.P. Sansonnet

Modalités, interactions et ambiant

Y. Bellik

Virtualité, interaction, design et art

Ch. Jacquemin

Agents conversationnels animés et humains virtuels

J.C. Martin

#### Groupe Cognition, Perception & Usages

F. Darses

Systèmes et modèles perceptifs

Ph. Tarroux

Image, langage, espace

M. Denis

Usage de systèmes collaboratifs

F. Darses

#### Groupe RV&A VENISE

P. Bourdot

Réalité Augmentée

J.M. Vézien

Interaction multimodale et collaborative en RV&A

P. Bourdot