

## Table des matières

Table des matières .....	1
Message des directeurs .....	7
Introduction.....	7
Une approche de la recherche .....	7
Les indicateurs de notre activité .....	8
Le positionnement du laboratoire .....	9
Présentation du Département Mécanique Énergétique.....	11
Introduction.....	11
Les axes de recherche du département .....	11
Cellules support .....	15
Effectifs .....	16
Personnels rattachés au département .....	17
Insertion locale, nationale et relations internationales .....	17
Présentation du Département Communication Homme-Machine .....	19
Introduction.....	19
Les axes de recherche du département .....	19
Traitement de la langue.....	20
Ingénierie des interfaces et systèmes perceptifs.....	21
Réalité Virtuelle et Augmentée .....	22
Actions transversales .....	23
Personnels rattachés au département Communication Homme-Machine.....	23
Production scientifique .....	23
Perspectives .....	23
Groupe Aérodynamique Instationnaire : Turbulence et Contrôle (AERO) .....	29
Introduction.....	29
Présentation de la recherche .....	30
Personnels.....	36
Participation à des instances .....	36
Enseignement et diffusion des connaissances .....	37
Collaborations de Recherche .....	37
Contrats de recherche et valorisation .....	38
Production scientifique .....	39
Groupe Convection et Rotation (CORO) .....	43
Introduction.....	43
Présentation de la recherche .....	43
Personnels.....	49
Participation à des instances .....	49
Enseignement et diffusion des connaissances .....	49
Collaborations de recherche .....	50
Contrats de recherche et valorisation .....	51
Production scientifique .....	51
Groupe Transferts Solide-Fluide (TSF) .....	57
Introduction.....	57
Présentation de la recherche .....	57
Personnels.....	61
Participation à des instances .....	61
Enseignement et diffusion des connaissances .....	62
Collaborations de recherche .....	62
Contrats de recherche et valorisation .....	64
Production scientifique .....	64
Action Transversale Thermoacoustique–Cryogénie (ATT).....	67
Introduction.....	67
Présentation de la recherche .....	67
Personnels.....	70
Collaborations de recherche .....	70

Contrats de recherche et valorisation .....	70
Production scientifique .....	71
Groupe Architecture et Modèles pour l'Interaction (AMI) .....	73
Introduction.....	73
Présentation de la recherche .....	73
Personnels.....	80
Participation à des instances .....	80
Enseignement et diffusion des connaissances .....	82
Collaborations de recherche .....	83
Contrats de recherche et valorisation .....	85
Production scientifique .....	86
Groupe Langues, Information et Représentations (LIR) .....	91
Introduction.....	91
Présentation de la recherche .....	91
Personnels.....	96
Participation à des instances .....	96
Enseignement et diffusion des connaissances .....	97
Collaborations de recherche .....	98
Contrats de recherche et valorisation .....	98
Production scientifique .....	100
Groupe Perception Située (PS) .....	105
Introduction.....	105
Présentation de la recherche .....	106
Personnels.....	115
Participation à des instances .....	116
Collaborations de recherche .....	117
Contrats de recherche et valorisation .....	117
Production scientifique .....	118
Groupe Traitement du Langage Parlé (TLP) .....	125
Introduction.....	125
Présentation de la recherche .....	126
Personnels.....	136
Participation à des instances .....	136
Enseignement et diffusion des connaissances .....	139
Contrats de recherche et valorisation .....	140
Production scientifique .....	140
Action Transversale COPTÉ : COrpus Parole Texte Evaluation.....	147
Objectif.....	147
Description .....	147
Résultats et perspectives .....	149
Références .....	152
Action Thématique Bioinformatique .....	153
Introduction.....	153
Présentation de la recherche .....	153
Personnels.....	155
Contrats de recherche et valorisation .....	155
Production scientifique .....	155
Action Thématique Geste.....	159
Introduction.....	159
Présentation de la recherche .....	159
Personnels.....	161
Participation à des instances .....	161
Enseignement et diffusion des connaissances .....	161
Collaborations de recherche .....	162
Contrats de recherche et valorisation .....	162
Production scientifique .....	162
Action Thématique Sémantique et Mémoire Episodique .....	165

Introduction.....	165
Présentation de la recherche .....	165
Personnels.....	167
Participation à des instances .....	167
Enseignement .....	167
Collaborations de recherche .....	167
Contrats de recherche et valorisation .....	168
Production scientifique .....	168
Action transversale de Réalité Virtuelle et Augmentée VENISE .....	169
Introduction.....	169
Thèmes de recherche.....	170
Groupes de travail .....	178
Recherches appliquées .....	179
Conclusion.....	182
Collaborations de recherche .....	183
Evaluations et expertises .....	183
Gestion de la recherche .....	184
Contrats de recherche .....	184
Enseignements et formations .....	185
Diffusion des connaissances et vulgarisation scientifique .....	185
Annexe .....	186
Personnels.....	186
Contrats de recherche et valorisation .....	187
Production scientifique .....	187
Groupe Direction .....	191
Informatique (AMIC).....	192
Audiovisuel.....	192
Bibliothèque .....	193
Communication .....	193
Infrastructure .....	193
Logistique .....	194
Formation.....	194
Hygiène et Sécurité .....	194
Administration .....	195



## Rapport d'activité 2005



PATRICK LE QUÉRÉ ET PHILIPPE TARROUX

### Introduction

Le LIMSI, laboratoire propre du CNRS associé aux Universités Pierre et Marie Curie et Paris Sud, mène un ensemble de recherches pluridisciplinaires en Mécanique et Énergétique (ME) et en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC). Une grande partie de ses recherches étant directement destinées à l'usage de l'homme ou liées à ses modes de fonctionnement, il est également en forte interaction avec les Sciences de l'Homme et de la Société (SHS) et les Sciences de la Vie (SdV). De fait, ses activités sont évaluées par quatre sections du Comité National de la Recherche Scientifique, les sections 7 « Sciences et technologies de l'information », 10, « Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation », 27 « Comportement, cognition, cerveau », et 34 « Langues, langage, discours ».

La mission du LIMSI est de conduire des recherches qui trouvent leur origine, leur ancrage et leur justification dans le monde qui nous entoure, afin de satisfaire les deux premières missions institutionnelles du CNRS : effectuer des recherches qui conduisent à une production de connaissances et un avancement de la science ; mettre cette production de connaissances au service du progrès économique, social et culturel de la société dans laquelle nous vivons. Répondre à cette double mission nous conduit à développer des méthodologies et des technologies, génériques ou dédiées, en mettant en oeuvre ou en synergie, le cas échéant, les disciplines requises par la finalité de ces recherches. Nous couvrons ainsi toute l'étendue du domaine, tant dans ses composantes fondamentales que dans les spécificités de la tâche à réaliser ou de l'objet à construire. Outre les critères classiques de production scientifique, la mesure de la qualité et de la pertinence de nos travaux réside dans la confrontation des résultats de nos recherches avec la réalité de l'application, en situation modèle ou en conditions réelles, dans la qualité de nos partenariats ainsi que dans notre politique de valorisation. À ces missions de recherche s'ajoutent de manière indissociable les missions de formation par la recherche, attestée par l'ampleur de notre partenariat universitaire, et de diffusion de l'information scientifique et technique, à laquelle le laboratoire a toujours attaché la plus grande importance.

### Une approche de la recherche

#### Excellence disciplinaire et volonté interdisciplinaire

Le LIMSI, de par son histoire, de par sa volonté propre et la volonté de sa tutelle, conduit un ensemble de recherches qui couvrent un large spectre scientifique allant de « la thermodynamique au cognitif », en passant par la mécanique des fluides, la thermique et l'énergétique, l'acoustique et la synthèse vocale, le traitement automatique de la langue, le traitement du langage parlé et des textes, la vision, la visualisation, la perception et la cognition, la réalité virtuelle et augmentée, les interfaces animées et multimodales... Le laboratoire a la volonté de s'inscrire dans une interdisciplinarité de long terme conjuguant excellence scientifique dans l'ensemble de ses champs disciplinaires et mise en synergie de ces compétences disciplinaires au service de recherches interdisciplinaires.

Ces actions interdisciplinaires sont menées tant en interne qu'en collaboration avec des partenaires extérieurs. Elles peuvent conduire à des avancées scientifiques notables, nées de la synergie des disciplines concernées. On pourra noter les travaux menés au sein du laboratoire sur l'utilisation du Calcul de Flux Optique pour la Vélocimétrie par Image de Particules, qui fait maintenant l'objet d'un dossier de valorisation en vue d'une cession de licence, sur la mécanique des fluides dans le conduit vocal, ou sur la modélisation 3D stéréoscopique pour l'étude d'une couche de mélange compressible turbulente. Citons encore ceux qui portent sur l'étude de la perception visuelle (entre informatique, traitement du signal et neurosciences), ou sur le traitement automatique de la langue écrite et parlée (entre linguistique, traitement du signal et informatique). Mentionnons également nos travaux en psychologie cognitive, en ergonomie ou en sociologie sur les processus humains de communication médiatisée, les travaux menés avec des partenaires externes sur la modélisation 3D et la visualisation des structures génomiques, ou ceux qui concernent l'analyse du geste et du mouvement, à l'interface de l'informatique, du traitement de l'image et de la physiologie.

## Des lignes directrices pour une cohérence globale

Les activités du laboratoire couvrent cinq grands axes thématiques, la mécanique des fluides, la thermique et l'énergétique, l'ingénierie des langues, les interfaces intelligentes et la réalité virtuelle et augmentée. Au-delà de cette grande diversité thématique la recherche au laboratoire est sous-tendue par plusieurs lignes directrices qui confèrent sa cohérence globale à notre projet scientifique.

Au-delà de l'utilisation commune de l'outil informatique, le laboratoire développe des méthodes de traitement du signal évoluées, faisant appel à des techniques déterministes ou statistiques. Parmi les méthodes déterministes, les approches multi-échelles adaptatives reposent par exemple sur l'utilisation des bases d'ondelettes. Ces techniques sont utilisées tant comme outils d'extraction d'information (analyse de scènes, détection des structures cohérentes) que comme méthodes d'approximation pour prédire l'évolution des phénomènes physiques étudiés. En ce qui concerne les méthodes statistiques, les approches multivariées trouvent des applications aussi bien en mécanique des fluides (décomposition aux valeurs propres) qu'en traitement du signal et de l'image.

Une autre caractéristique commune du laboratoire concerne le traitement des grandes masses de données, qui trouve sa déclinaison spécifique dans la fouille de données, la constitution de grands corpus, le traitement d'images ainsi que le calcul numérique intensif et la visualisation des grandes masses de données qu'il produit.

Ces outils méthodologiques communs sont à l'origine de nos capacités de modélisation et de simulation. Leur confrontation, tant à la réalité qu'ils entendent décrire qu'à des outils analogues provenant d'autres équipes, constitue également un dénominateur commun à l'ensemble de nos activités. Le laboratoire a ainsi une grande activité de benchmarking, en mécanique énergétique et en communication homme-machine à la fois dans sa réalisation effective et dans la conceptualisation et la formalisation de cette méthodologie de comparaison. Cette activité s'exerce au plan national comme au plan international, à travers la participation à des campagnes d'évaluation et l'organisation de telles évaluations.

Cette activité de benchmarking traduit de fait l'état d'esprit de nos recherches, qui procèdent majoritairement d'une démarche inductive, où notre stratégie procède de questionnements suscités par le monde qui nous entoure, aussi bien à propos des contenus que des usages. Cette finalité nous conduit à développer des recherches, spécifiques et dédiées, qui couvrent tant les aspects fondamentaux que les finalités applicatives.

## Une politique volontariste de soutien à la recherche

Cette politique volontariste d'orientation de la recherche s'exerce en particulier à travers un dispositif incitatif interne en vigueur depuis une vingtaine d'années. Nous avons maintenu, en la complétant, la politique de soutien aux Actions Incitatives et Actions sur Programmes qui sont lancées chaque année pour investir sur le long terme en encourageant le développement de nouvelles compétences méthodologiques, et favoriser les actions interdisciplinaires ou collaborations inter-groupes. Nous y consacrons en moyenne 70 à 80 k€ annuellement, à travers un système de sélection interne constitué de présentations devant l'ensemble du laboratoire lors de la journée AI-ASP suivie d'une sélection par le Conseil de Laboratoire. La journée des AI-ASP permet également de faire le bilan des actions lancées les années précédentes et de vérifier si les objectifs annoncés ont bien été réalisés. Nous avons redonné toute sa signification initiale à ces actions d'incitation en leur adjoignant deux dispositifs complémentaires, l'un dotant tout nouvel arrivant chercheur ou enseignant-chercheur d'une prime d'installation lui permettant de commencer ses recherches dans de bonnes conditions, l'autre destiné à la jouvence d'équipements et à acquisition de matériels spécifiques. Ces soutiens échappent au mécanisme d'évaluation des demandes d'AI-ASP, mais leurs bénéficiaires sont néanmoins tenus de rendre compte de l'utilisation de ces moyens. C'est ainsi au total près de 120 k€ qui sont apportés à travers l'ensemble de ce dispositif, en complément des 170 k€ de soutien récurrent à la recherche accordé aux groupes et diverses actions thématiques et transversales.

## Les indicateurs de notre activité

La qualité de notre recherche se mesure au travers d'un certain nombre d'indicateurs, qui concernent les aspects de production scientifique, de valorisation et de partenariat. Un effort particulier a été accompli sur les deux dernières années pour doter le laboratoire d'instruments efficaces de suivi de ces indicateurs.

Notre production scientifique, après un léger fléchissement en 2003, est revenue à un niveau très satisfaisant. Sur la période 2003-2005<sup>1</sup>, on peut noter que le laboratoire a produit 152 revues à comité de lecture, 387 communications dans des congrès avec actes et comité de lecture, 36 thèses de doctorat et 8 habilitations à diriger des recherches dont 6 en 2005. Cette production est à mettre en regard du potentiel de recherche (dont on trouvera le détail dans l'annexe Administration) qui est de l'ordre de 75 Chercheurs et Enseignants-chercheurs permanents, de 36 ITA-IATOS et d'une soixantaine de doctorants.

Du point de vue des ressources, le budget global de fonctionnement du laboratoire, après une baisse en 2003 due en grande partie au retard de mise en place du 6<sup>ème</sup> PCRDT, se situe autour de 2,4M€. Ce montant se répartit en environ 37% de subvention d'état récurrente, 33% de contrats avec l'union européenne, 20% de contrats industriels, les 10% restant étant de la subvention d'état programmatique. Le budget consolidé est de l'ordre de 9,5M€, la part CNRS représentant un peu plus de 55%.

Par ailleurs, le laboratoire encourage la valorisation de sa production scientifique en utilisant les différents instruments disponibles : dossiers de valorisation, dépôt de brevets, cession de licences, dont on trouvera la liste en annexe. Quelques chercheurs ont mis à profit la loi sur l'innovation pour apporter leur concours scientifique à des entreprises avec lesquelles nous entretenons des partenariats étroits.

L'ensemble de ces indicateurs confirme le dynamisme du laboratoire récemment reconnu entre autres par une proposition de médaille d'argent par la section 7 du comité national ainsi que par la proposition qui lui est faite de porter la composante recherche du projet franco-allemand Quaero, l'un des deux projets phares soutenus par l'Agence de l'Innovation Industrielle.

## Le positionnement du laboratoire

Le laboratoire développe un partenariat universitaire avec les deux universités Pierre et Marie Curie et Paris-Sud, avec lesquelles il est conventionné. Avec l'université Pierre et Marie Curie, le laboratoire est essentiellement vu au travers de sa composante Mécanique-Energétique, même s'il a souhaité étendre ce domaine à l'acoustique physique et humaine, notamment à travers l'inscription dans l'école doctorale SMAE de quelques doctorants de cette thématique. Avec l'université Paris-Sud, il met au service de l'enseignement ses compétences de recherche en informatique, traitement du signal et de la langue, ingénierie des interfaces, réalité virtuelle et mécanique physique. En ce qui concerne les écoles doctorales reconnues par l'université Paris-Sud, le LIMSIS est laboratoire d'accueil des écoles Informatique, STITS et Physique macroscopique.

Pour ce qui est de ses activités de recherche, le laboratoire entend jouer pleinement son rôle dans le développement du pôle de recherche Digiteo-Labs qui fédère les activités en STIC de six établissements sur le plateau de Saclay. Il formule le souhait que ce pôle intègre les spécificités et domaines d'excellence du laboratoire, en particulier dans les domaines du traitement de la langue et de la réalité virtuelle. Sur ce dernier aspect, il considère que le grand équipement immersif de réalité virtuelle en cours de construction a vocation à devenir une plate-forme fédératrice pour l'ensemble des activités de réalité virtuelle et augmentée au service de Digiteo-Labs.

Ainsi, le LIMSIS considère, qu'en tant qu'unité propre du CNRS, en synergie avec les autres laboratoires sud-franciliens et dans le respect des spécificités et des compétences, il a vocation à être le vecteur stratégique privilégié de la présence du CNRS dans la région Ile de France sud. C'est une mission qu'il est prêt à assumer.

---

<sup>1</sup> Arrêtée au 1<sup>er</sup> novembre 2005



PATRICK LE QUÉRÉ

## Introduction

La Mécanique et l'Énergétique sont au cœur des grands enjeux de société dans les domaines de l'énergie, des transports ou de l'environnement. Les réponses à ces enjeux dépendent de la levée et de la maîtrise de verrous scientifiques et technologiques de plus en plus pointus, qui reposent sur une connaissance de plus en plus fine des phénomènes, dans toute leur complexité et leurs interactions. Elles nécessitent également l'amélioration continue des capacités de modélisation et de simulation, indispensables au progrès des connaissances ainsi qu'au remplacement progressif de l'empirisme par le déterminisme. Participant de cette démarche, l'ambition et la volonté du département sont de contribuer à l'amélioration de la compréhension des phénomènes, isolés ou en interaction, au développement de méthodologies numériques, expérimentales et théoriques permettant d'accroître les capacités prédictives des modèles. L'amélioration de ces capacités prédictives est également au cœur des avancées méthodologies permettant une amélioration, une optimisation ou un contrôle des processus ou procédés dans lesquels ces phénomènes interviennent. Nous développons une stratégie de recherche duale, alliant une démarche déductive, chaque thématique progressant selon sa propre logique de production de connaissances, et une démarche inductive, en partant de situations ou problèmes concrets posés par nos partenaires industriels ou socio-économiques. Cette dualité nous semble indispensable pour inscrire notre action dans le long terme, en conciliant les impératifs de production de connaissances et ceux de leur valorisation sociétale.

## Les axes de recherche du département

Les recherches développées dans le département abordent une grande variété d'aspects en mécanique et énergétique : par la gamme des vitesses considérées qui vont des écoulements à petits nombres de Reynolds aux écoulements supersoniques ; par la gamme des échelles couvertes qui vont des échelles micrométriques en microthermique jusqu'aux échelles décimétriques en aérodynamique externe ; par la variété des techniques d'investigation qui couvrent la modélisation et la simulation numérique, l'analyse mathématique ainsi que l'approche expérimentale ; par la variété des approximations numériques utilisées, qui comprennent les méthodes de volumes finis, d'éléments finis, les méthodes spectrales, de Boltzmann sur réseaux, ainsi que des projections sur des bases réduites ; par la variété des finalités, qui vont d'études à finalité purement cognitive jusqu'à des réalisations de démonstrateur technologique. Au-delà de cet apparent foisonnement et de cette variété, qui font la richesse du département, les activités sont structurées autour de deux thématiques principales, qui transcendent la structuration en trois groupes de recherche. Ces deux grandes thématiques sont la mécanique des fluides d'une part et les transferts et l'énergétique d'autre part.

### Mécanique des fluides : instabilités, turbulence

Le département possède une très longue tradition, qui remonte aux origines du laboratoire, en matière d'aérodynamique externe. Il est reconnu pour ses compétences et son savoir-faire en matière de développement et d'exploitation d'outils de simulation numérique pour la simulation des écoulements de fluides, que ce soit pour la simulation d'écoulements externes en régime transitionnel ou turbulent, principalement par l'approche Simulation des Grandes Échelles, ou pour l'étude d'écoulements thermoconvectifs ou de fluides en rotation, principalement en milieux confinés, tant pour la compréhension de leurs instabilités que pour leur modélisation en régime transitionnel ou turbulent.

En ce qui concerne la thématique « écoulements externes », l'activité de recherche se concentre sur le développement de la modélisation et de la simulation numérique par simulation des grandes échelles (SGE). L'objectif est de disposer d'outils de simulation permettant de simuler des écoulements à grand Reynolds, dans un triple but : comprendre la dynamique spatio-temporelle des structures tourbillonnaires décollées, disposer de capacités prédictives quantitatives pour les objectifs industriels : utiliser ces outils pour développer des stratégies de manipulation et de contrôle. Ceci demande de travailler à la fois sur l'amélioration de la qualité de l'approximation numérique, sur le développement ou l'amélioration des

modèles de sous-maille, ainsi que sur la validation des algorithmes de simulation par rapport à des cas test documentés, pour en particulier faire la part de la dissipation numérique due au modèle sous-maille de celle inhérente à l'approximation spatiale, inévitable à très grand Reynolds. Les efforts récents ont porté sur le développement de quelques schémas à capture de choc de haute précision et leur comparaison sur des cas difficiles mais dont on peut espérer approcher la solution exacte (ou tout au moins une de ses réalisations) ainsi que sur le développement de méthodes d'approximation multi-échelles originales dans un contexte d'approximation par éléments finis. Une part de cette validation est faite en interne, par comparaison avec des données obtenues sur un montage expérimental consistant en un écoulement d'interaction couche limite encoche à nombre de Reynolds modéré, le champ de vitesse étant mesuré par Vélocimétrie par Imagerie de Particules (PIV). L'objectif est de vérifier que l'une des hypothèses fondamentales qui sous-tend la SGE, à savoir le fait que la simulation numérique reproduit correctement la dynamique spatio-temporelle des échelles de taille supérieure à la fréquence de coupure, est bien vérifiée. On notera que l'activité expérimentale en PIV développe elle-même ses propres outils méthodologiques, en particulier en relation avec les techniques de déformation d'image. Il est en effet particulièrement important de qualifier la capacité de la PIV à restituer la dynamique spatio-temporelle de la cascade d'échelles présentes au sein d'un écoulement turbulent, ce qui est encore loin d'être acquis. Parallèlement, on doit se poser la question de savoir quelle est la bonne «norme» pour comparer une réalisation turbulente expérimentale et une réalisation numérique d'un écoulement turbulent. La comparaison point à point étant évidemment exclue et la seule comparaison des moments d'ordre 0 et 1 étant manifestement insuffisante, des approches mixtes alliant des aspects déterministes et statistiques s'imposent et les techniques d'analyse par Décomposition aux Valeurs Propres (Proper Orthogonal Decomposition) de la hiérarchie des grosses structures énergétiques présentes dans l'écoulement constituent certainement la base d'une méthodologie pertinente de comparaison. Cet axe est actuellement en plein développement.

Ce savoir-faire en matière de simulation à grand nombre de Reynolds ainsi que la connaissance approfondie de la dynamique tourbillonnaire ouvre la voie vers la manipulation d'écoulements par des techniques comme le soufflage ou l'aspiration en paroi, ainsi que par le contrôle passif ou actif. La première technique est utilisée en vue du contrôle des structures de proche paroi en écoulement turbulent en canal, le contrôleur étant un réseau de neurones. Le contrôle des écoulements autour de cylindres par aspiration soufflage fait également l'objet de développements qui s'inscrivent dans le GdR Contrôle des Décollements. Il est aussi important de vérifier que les résultats obtenus présentent un certain degré de robustesse, définie ici comme une relative insensibilité à des variations des différents ingrédients du modèle mathématique utilisé pour les prédictions. Une technique consiste à supposer que les grandeurs incertaines sont des variables aléatoires caractérisées par leurs moments statistiques, et à quantifier les propriétés statistiques correspondantes de la solution. Cette méthodologie, de portée très générale, est appelée à devenir de plus en plus présente, au fur et à mesure que les modèles deviennent de plus en plus complexes, tant en mécanique des fluides pure que pour les transferts et l'énergétique de manière plus générale.

Les simulations numériques fondées sur l'approche SGE faisant intervenir une modélisation des petites échelles non résolues, leurs prédictions doivent donc être validées. Une possibilité est la confrontation avec les données expérimentales, qui pose la question essentielle de savoir si les deux réalisations décrivent bien la même réalité physique, à savoir si le modèle physique prend bien en compte tous les ingrédients physiques qui influent sur la réalisation expérimentale : variations des propriétés thermophysiques, précision de la description de la géométrie, rugosité, conditions à l'infini pour les écoulements ouverts, perturbations acoustiques... pour n'en citer que quelques unes. De ce point de vue, les simulations numériques directes (SND) apparaissent donc particulièrement intéressantes, car elles permettent de se mettre plus facilement dans des conditions semblables à celles des simulations SGE, du point de vue du modèle physique. La contrepartie est que, les SND devant capturer toutes les échelles spatiales et temporelles de l'écoulement, elles sont encore limitées à des nombres de Reynolds modérés et à des géométries simples par rapport à celles rencontrées dans la moindre des configurations industrielles. Elles posent également la question essentielle de la qualité de l'approximation numérique. Elles doivent donc faire appel à des méthodes de haute précision et constituent donc un terrain d'application privilégié pour les méthodes spectrales. Le département a été depuis longtemps au coeur du développement des méthodes spectrales Chebyshev et dispose de différents codes permettant la simulation précise de certaines classes d'écoulements. Les efforts récents ont porté sur le développement de méthodes multi-domaines ainsi que leur adaptation pour le traitement de géométries non rectangulaires. Les simulations numériques directes constituent également un outil d'investigation privilégié pour l'étude de la transition à la turbulence ou de configurations faiblement turbulentes lorsqu'on s'intéresse à des géométries limitées par des parois solides. Une avancée majeure a été obtenue récemment, démontrant, au sein d'un écoulement de Couette à nombre de Reynolds modéré, la co-existence de bandes laminaires et turbulentes, inclinées par rapport au déplacement moyen, confirmant

des résultats expérimentaux récents. Le fait que cette co-existence de zones turbulentes et laminaires soit observée en géométrie doublement périodique exclut des explications dues à des effets de bord, inévitables dans tout montage expérimental, et renvoie à des questionnements fondamentaux sur la nature de la turbulence, sa relation avec les mécanismes d'instabilité et les propriétés de symétrie.

Une autre thématique structurante est l'étude des écoulements en convection et rotation avec un effort tout particulier sur le développement de méthodologies permettant une approche systématique de leurs instabilités hydrodynamiques et de leur dynamique. Cette détermination, longtemps effectuée par intégration des équations instationnaires, a notablement progressé ces dernières années, avec le développement d'un ensemble de méthodes alliant calcul de solutions stationnaires, même instables, méthodes de continuation, recherche des éléments vedettes du jacobien, et intégration sous forme perturbative des équations linéarisées ou non-linéaires. Cet ensemble d'outils a permis d'effectuer des progrès considérables dans la compréhension des instabilités hydrodynamiques de certaines classes d'écoulements, principalement confinés, comme les écoulements de convection thermique, sous ou hors approximation de Boussinesq, thermo-solutale ou thermo-capillaire ainsi que les écoulements produits par l'effet d'un cisaillement, comme les écoulements interdisques ou entre plans parallèles. Un des objectifs est de continuer à faire progresser ces méthodes, en particulier en amplifiant l'effort du côté tridimensionnel. Par ailleurs, ces développements pourraient constituer la base d'une technique de réduction de modèle alternative à la POD. Elle consisterait, pour des écoulements transitionnels, à obtenir un système différentiel de bas ordre par développement sur la base des modes propres du jacobien des équations de Navier-Stokes, ce qui suppose de pouvoir disposer des modes de l'adjoint du jacobien. Le calcul de l'adjoint est également déterminant pour localiser les zones de sensibilité maximale pour manipuler la solution ainsi que pour développer des méthodes de contrôle optimal. Ces techniques de recherche de modes propres ont également été appliquées à l'étude du déclenchement des instabilités thermoacoustiques. On notera encore les efforts pour modéliser les singularités en pont liquide, tant d'un point de vue numérique que d'un point de vue physique. Mentionnons enfin la montée en puissance des études sur la MHD, inscrites dans le GdR Dynamo : la modélisation et la simulation numérique constituent un outil tout particulier pour l'investigation de ces phénomènes intrinsèquement couplés, les expériences étant délicates à concevoir comme le montrent certaines déconvenues récentes.

## Thermique et énergétique

Dans cet axe thématique cohabitent une grande variété de finalités et d'approches méthodologiques qui vont d'études fines de composants élémentaires jusqu'à la réalisation de démonstrateurs industriels. Ces études sont majoritairement portées par le groupe Transferts Solide-Fluide et l'Action Transversale Thermoacoustique et Cryogénie. La convection au sens large, ici vue pour ses propriétés de transfert éventuellement couplée avec d'autres modes, constitue de fait un dénominateur commun avec la thématique mécanique des fluides. Est ainsi présent au sein du groupe Transferts Solide-Fluide un ensemble de recherches relevant de la thermique au sens large : transferts de chaleur par ébullition, ou en situation cryotechnique, ou encore dans les milieux poreux. Dans ce dernier cas, la thermique est fortement couplée aux transferts de masse, tout comme dans le cas de l'adsorption. L'objectif de ces études est souvent triple :

- comprendre la phénoménologie sous-jacente à chacun de ces types de transferts au moyen d'expériences fondamentales précises et fiables
- proposer des modélisations de ces transferts et valider les simulations numériques
- contribuer à l'optimisation des dispositifs ou procédés dans lesquels ces processus interviennent.

Participent également de cette démarche les travaux sur les cinétiques et équilibres d'adsorption, ceux sur la thermodynamique des machines à adsorption, ceux sur les transferts de chaleur en ambiance cryogénique, et ceux sur l'ébullition. Dans ce dernier thème, les études sont essentiellement expérimentales, mais elles ont été à l'origine de comparaisons mesures-calculs enrichissantes sur les transitoires en convection naturelle externe, posant la question des conditions aux limites pertinentes sur la frontière ouverte, ainsi que d'avancées dans la modélisation et la simulation numérique de la croissance de bulles de vapeur. Cette thématique s'est fortement développée ces derniers temps, avec le développement d'une méthodologie originale permettant de simuler la présence de deux fluides, l'un incompressible et l'autre fortement dilatable, au sein d'un même domaine de calcul, ingrédient numérique nécessaire à la simulation des transferts par changement de phase en milieux confinés. Autre exemple, les travaux sur les milieux poreux, initialement centrés sur la détermination des propriétés macroscopiques des géométries anisotropes, se sont réorientés vers l'étude de réservoirs de stockage d'hydrogène dans le cadre de l'Action Concertée de Recherche H2-THERM du programme Énergie, opérant ainsi un rapprochement avec l'adsorption. Enfin, l'application aux équations de Boussinesq d'une analyse thermodynamique type procédé a permis d'apporter

un regard renouvelé sur les simulations de la convection naturelle, de proposer un nouveau système d'équations thermodynamiquement consistant et de montrer une limite nouvelle de validité des hypothèses de Boussinesq lorsque les écarts de température tendent vers zéro, contrairement à ce qui était habituellement admis jusqu'ici.

En outre, l'action transversale Thermoacoustique-Cryogénie a pour objet la conception et l'optimisation de systèmes de production de froid par thermoacoustique. De tels systèmes, constitués d'un compresseur et d'un tube à gaz pulsé, sont des ensembles complexes qui doivent être optimisés globalement à partir de composants élémentaires qui sont eux-mêmes complexes. L'identification des paramètres déterminant les points de fonctionnement et recensant toutes les sources de pertes doit être menée de façon méticuleuse, à l'aide d'études spécifiques prenant en compte le couplage avec les autres composants et l'environnement global de fonctionnement. Le déclenchement des ondes d'instabilité dans le compresseur, leur saturation non-linéaire, les échanges thermiques dans le stack d'un fluide en régime oscillant, les effets de streaming, autant d'exemples qui sont à même de bénéficier des compétences disciplinaires développées dans chacun des groupes et d'y susciter de nouveaux développements. Les études en cours concernent l'investigation expérimentale des effets de streaming, bénéficiant des compétences en vélocimétrie laser et PIV en mécanique des fluides expérimentale, ainsi que la validation des codes permettant de tester et dimensionner des architectures de machines thermoacoustiques à partir des logiciels dont la licence a été cédée à une société chargée de développer l'ingénierie des machines thermoacoustiques pour la production de froid. Un exemple récent de synergie croisée entre les groupes disciplinaires et l'action transversale de thermoacoustique est la modélisation et la simulation, à l'aide d'un code de calcul permettant la simulation de la convection non-Boussinesq autorisant la prise en compte des couplages conductifs dans des parties solides, des gradients de température dans le stack résultant de l'oscillation thermoacoustique. Mentionnons enfin le développement d'un prototype industriel en partenariat avec l'IPNO, destiné à valider les concepts et les logiciels de dimensionnement, ainsi qu'à apporter la preuve de faisabilité de cette nouvelle technologie de production de froid.

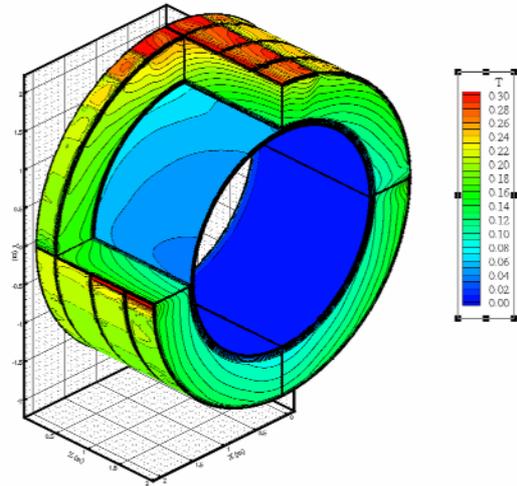
## Cellules support

### Cellule CIGITA

*J. Chergui, A.T. Dang, Y. Fraigneau*

La cellule CIGITA (Cellule Informatique Graphique et Ingénierie Thermo-Aéroulique) contribue de manière importante à l'activité de recherche en prenant en charge la maintenance du parc de machines du département et les besoins en visualisation (A.T. Dang), ainsi que, dans sa composante Ingénierie thermo-aéroulique (Y. Fraigneau), le développement et l'exploitation des outils de simulation dans le cadre de relations contractuelles externes. Au cours des années passées, l'effort s'est concentré sur les simulations des entrées d'air dans le cadre du RRIT supersonique, les simulations de couches de mélange et l'introduction de conditions instationnaires, ainsi que des simulations 3D de l'écoulement au-dessus d'une encoche en liaison étroite avec les études expérimentales. Les données issues des simulations numériques ont en particulier servi pour l'extraction des grosses structures cohérentes les plus énergétiques ainsi que pour l'établissement de modèles réduits. Parallèlement des études de grande ampleur de convection naturelle et mixte ont été conduites. Une première étude a concerné la modélisation du détecteur ATLAS en collaboration avec le LAL (Orsay). Il s'agissait de vérifier que la stratification inhérente à tout écoulement de convection en cavité ne risquait pas de provoquer des inhomogénéités de température sur la face intérieure du détecteur, nuisibles à son bon fonctionnement. Le modèle traitait des équations de Boussinesq avec un couplage de la convection anisotrope dans les parois du détecteur ainsi que la prise en compte des torons de refroidissement et la présence de baffles internes. Les simulations, effectuées sur un maillage de 16 millions de points ont nécessité près de 4000h de calcul sur le NEC SX5 de l'IDRIS. Les calculs en cours sont effectués dans le cadre du programme MAEAVA. Ils visent à améliorer les capacités prédictives d'écoulements de convection mixte autour d'obstacles chauffés, en collaboration avec l'ONERA et AIRBUS.

La cellule CIGITA a été renforcée, par l'arrivée en début d'année 2005 de J. Chergui, IR2, en provenance de l'IDRIS. Cette arrivée s'est déjà concrétisée par la mise en oeuvre d'un cluster de PC, destiné à promouvoir l'utilisation intensive du parallélisme et à effectuer la migration vers ce type d'architectures de certains codes fondés sur des algorithmes exploitant les capacités vectorielles des machines de l'IDRIS. Cette migration représente un enjeu stratégique majeur pour assurer que nos outils numériques resteront performants. J. Chergui a pris également en charge le développement de méthodes multi-échelles et de raffinement adaptatif qui constituent également une nécessité algorithmique pour les codes du futur, en particulier pour la SGE, ainsi que pour les besoins de visualisation de données massives, en liaison avec l'action transversale VENISE. La cellule CIGITA participe également à l'effort coordonné au plan national à travers CODICIEL pour mutualiser et promouvoir le co-développement autour de quelques plateformes numériques de base, ainsi que pour la visualisation en mécanique des fluides.



*Visualisation du champ de température du calorimètre à argon liquide du détecteur ATLAS du CERN. Les simulations avaient pour but de vérifier l'homogénéité en température de la paroi intérieure, critique pour les performances. Elles ont consisté à intégrer par SGE les équations régissant les mouvements de convection naturelle couplées avec les équations de conduction anisotrope dans la paroi. Deux millions de pas de temps ont été nécessaires pour obtenir des solutions statistiquement convergées. Collaboration avec G. Lemeur et D. Fournier du LAL*

## Cellule Expérimentale

*V. Bourdin, C. Beau, S. Rieublanc*

La cellule expérimentale regroupe les personnels techniques permettant de mener une activité de recherche expérimentale en énergétique et en mécanique des fluides. Elle a en particulier la charge de conception des montages, en étroite liaison avec les chercheurs à l'origine de la problématique scientifique, ainsi que leur réalisation et leur montage proprement dits. Cette cellule, réduite à un IR à 50% et à un IATOS PVI depuis le départ à la retraite d'un IATOS T PXI non encore remplacé, vient d'être renforcée avec l'affectation d'une technicienne en instrumentation, recrutée sur CDD PVI et affectée de manière prioritaire au suivi des TP fluides et thermiques de PVI, le reste de sa disponibilité étant affecté à la recherche. Cette cellule est notoirement sous critique pour assurer toutes les sollicitations dont elle est l'objet, et nous réclamons depuis longtemps le remplacement de B. Allegri, l'organisation d'ensemble privilégiant un poste de niveau AI capable de prendre en charge la conception des montages et l'instrumentation associée. Malgré ce sous effectif la cellule a conduit plusieurs réalisations lourdes, dont le réaménagement des moyens d'essais en thermoacoustique ainsi que la réalisation d'un dispositif d'ensemble, montage et métrologie, permettant la mesure des effets de streaming en thermoacoustique.

## Effectifs

Les effectifs du département sont relativement équilibrés entre chercheurs CNRS et enseignants-chercheurs, en terme de disponibilité recherche. Les chercheurs CNRS relèvent majoritairement de la section 10 du comité national (4DR, 4 CR), à l'exception d'une chargée de recherche en section 9 et d'un directeur de recherche en section 2. Les enseignants-chercheurs du département relèvent majoritairement des deux universités Pierre et Marie Curie (9) et Paris-Sud (8), les enseignants-chercheurs d'autres établissements (CNAM, ENSAM, Université d'Evry) étant accueillis à titre individuel. Après une phase de croissance notable au cours de la décennie précédente, le potentiel enseignants-chercheurs a maintenant atteint une asymptote, la filière Mécanique-Physique de l'université Paris-Sud n'étant plus appelée à voir ses effectifs croître de manière importante et la situation de restructuration de la mécanique de l'UPMC ne devant plus conduire à favoriser les recrutements dans les laboratoires situés hors campus. Mentionnons les deux derniers recrutements à Paris VI : D. Baltean-Carlès recrutée comme maître de conférences en 2002 pour venir renforcer l'activité expérimentale en thermoacoustique ; A. Sergent recrutée en 2003 pour prendre en charge le développement de la Simulation des Grandes Echelles en convection. Mentionnons également l'arrivée récente de L. Pastur, recruté en 2004 à l'université Paris-Sud qui est venu renforcer l'équipe expérimentale en mécanique des fluides. En ce qui concerne les chercheurs, après avoir subi une baisse importante il y a quelques années, du fait de départs à la retraite, vers d'autres organismes ou par démission, le potentiel CNRS du département s'est stabilisé autour d'une dizaine de chercheurs. Le département a recruté une jeune chercheuse, D. Sciamarella en 2002, en section 9, sur un projet interdisciplinaire de mécanique des fluides pour la production de la parole, et L. Mathelin, recruté sur le concours 2003, a intégré le département avec comme projet de recherche l'introduction de la stochasticité dans les équations aux dérivées partielles modélisant les écoulements et les transferts. Cette arrivée est venue renforcer la thématique initiée par O. Le Maître, maître de conférences de l'Université d'Évry qui a obtenu, comme O. Daube, l'autorisation de son établissement d'effectuer une partie de sa recherche au laboratoire. Un événement d'importance est le recrutement de D. Juric en tant que CR1 sur le concours 2005. D. Juric viendra renforcer le thème modélisation et simulation des écoulements diphasiques, en particulier dans sa déclinaison changement de phase.

## Personnels rattachés au département

Prénom	Nom	Statut actuel
Clarisse	Beau	CDD
Jalel	Chergui	ITA IR
Tuan	Dang Anh	ITA IE
Yann	Fraigneau	ITA IE
Pierre	Lallemant	DRCE
Sébastien	Rieublanc	IATOS T
Valérie	Ronflé	ITA AJT

## Insertion locale, nationale et relations internationales

Nous essayons dans la mesure du possible d'insérer nos recherches dans les actions structurantes au plan national ou européen, dans le cadre des appels d'offres dédiés ou de relations industrielles. Le département participe ainsi à plusieurs réseaux, groupements de recherche, Programme Pluri Formations ou programmes pluridisciplinaires du CNRS ou du ministère.

Le Département participe de manière très active à l'animation des communautés nationales de Mécanique des Fluides Numérique, de Thermique et de Génie des Procédés, au travers de participations à différentes manifestations, qui sont reprises plus en détail dans les présentations générales de chacun des groupes. Notons les points suivants, qui ne constituent pas une liste exhaustive. C. Tenaud a organisé, avec l'aide d'O. Daube, J.L. Guermond, S. Pageau-Maurice, V. Bhojroo et V. Ronflé, les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> Éditions de l'École de Printemps de Mécanique des Fluides Numérique en 2003 et 2005. L. Tuckerman organise chaque année la journée Dynamique des Fluides sur le plateau, qui est l'occasion de rencontre entre chercheurs du département avec ceux du FAST, du LadHyx et du CEA. Nous participons à plusieurs actions du réseau AMETH et M.C. Duluc coordonne le thème « Effets transitoires en transferts thermiques en ébullition ». Nous participons également à l'animation de la réflexion sur les nouveaux concepts de thermodynamique en temps fini, au sein du PRI Carnot. Mentionnons encore que le département a porté un Programme Pluri-Formations sur les instabilités thermoconvectives soutenu par Paris VI. Cette collaboration se poursuit à travers une demande de fédération, portée par EM2C/ECP dans le cadre du prochain quadriennal.

La difficulté la plus évidente du département est de recruter des doctorants, difficulté due à plusieurs raisons de nature structurelle et conjoncturelle. La mécanique et l'énergétique souffrent tout particulièrement de la désaffection des jeunes pour les carrières scientifiques. L'affaiblissement global du nombre d'étudiants en sciences nous frappe d'autant plus durement que nous ne jouons pas un rôle de leader dans les différentes Ecoles doctorales dont nous sommes laboratoire d'accueil. De ce point de vue, la situation est en évolution, de manière positive et négative. Négative puisque l'École doctorale de Polytechnique nous a fait savoir qu'en l'absence d'une participation active à l'enseignement, elle ne pourra plus nous considérer comme laboratoire d'accueil. Positive, avec la cohabilitation par Paris-Sud de l'École doctorale de Physique Macroscopique, dont C. Nore devient la directrice adjointe. La situation du point de vue des allocations de recherche ministérielles reste donc préoccupante. Après une embellie passagère en 2004, où nous avons bénéficié de 3 allocations de recherche, nous n'avons recruté aucun nouveau doctorant en 2005 sur allocation du ministère.

Sur le plan des relations internationales, tous les groupes entretiennent de nombreuses collaborations, qui font l'objet de présentations détaillées correspondantes. Certaines bénéficient de soutiens institutionnels : la collaboration avec D. Barkley, après avoir été initialement soutenue par un poste rouge CNRS, est actuellement soutenue par l'accord CNRS-Royal Society. En 2003-2005, nous avons accueilli les professeurs Bauwens, Li, Vidal, Narayanan et Oliveira en tant que professeurs invités, et avons accueilli D. Juric pendant plus d'un an à partir de septembre 2002 sur poste rouge SPI. Nous avons également accueilli des post-doc étrangers (D. Sciamarella, J.J. Tao, H. Ishikawa, M. Wu) dernièrement, en particulier grâce au soutien du Ministère de la Recherche. Par ailleurs, la collaboration engagée avec T. Kowalewski se poursuit avec le soutien de la DRI du CNRS et intéresse plusieurs thèmes de recherche. Il est à noter la collaboration avec le laboratoire de transferts thermiques de l'université de Tunis, soutenue par un PICS, s'est concrétisée par les soutenances des thèses d'État de H. Laatar et A. Elgafsi. Le département a également bénéficié de l'accord cadre CNRS/UIUC sur les écoulements de convection et rotation.



PHILIPPE TARROUX

## Introduction

Conçu à ses débuts comme un outil de traitement de données numériques, l'ordinateur est désormais devenu outil de traitement de l'information au sens large. Le développement de l'Internet et le rapprochement des technologies de l'informatique et des télécommunications ont conduit à l'émergence de nouvelles problématiques et de nouveaux enjeux. La généralisation de l'usage de la machine rend nécessaire le développement de formes de communication accessibles à des non spécialistes. De telles fonctionnalités s'appuient sur la mise en œuvre de modalités de communication qui nous sont familières (voix, geste, image) et conduisent à un effacement progressif des interfaces traditionnelles.

A l'utilisation d'interfaces spécialisées pour accéder aux données, se substituent des outils de dialogue et d'interaction qui devraient faire évoluer la machine de l'état de simple prothèse vers celui d'assistant intelligent. Aux architectures statiques des premiers âges de l'informatique se substitue l'ère des réseaux reconfigurables et des assistants personnels gérant aussi bien la connaissance que les communications. La multiplicité des interfaces (virtuelles, haptiques) et des capteurs (de sons et d'images, voire d'odeurs), la puissance, la souplesse et la discrétion des dispositifs actuels permettent d'envisager des usages nouveaux (handicap, domotique...).

Les puissances croissantes des machines ont ouvert la voie à la simulation et la modélisation de phénomènes autrefois hors de portée : dynamique des fluides, traitements en temps réel des processus complexes de perception et d'analyse de scènes visuelles ou auditives, génération d'images 3D et visualisation de données massives en réalité virtuelle. Accompagner cette mutation de la machine vers ce statut d'agent intelligent suppose le développement de méthodes qui mêlent traitement symbolique et traitement numérique de l'information. Celles-ci nécessitent aussi bien la mise au point de nouvelles formes de logiques prenant en compte l'information de sens commun que de nouveaux outils statistiques (apprentissage incrémental, modèles de décision...) d'analyse des données et du signal.

La prise en compte du sens, le développement de représentations sémantiques, la mise en œuvre d'aptitudes cognitives, la considération des usages de la machine conduisent à recourir à d'autres champs disciplinaires - psychologie cognitive ou sociologie - fournissant leurs éclairages sur le fonctionnement des systèmes cognitifs ou les mécanismes des interactions humaines. Cette pluridisciplinarité doit cependant éviter l'écueil de l'amalgame. Pour être crédible elle doit s'appuyer sur des compétences disciplinaires fortes et une reconnaissance par les disciplines concernées de la qualité des recherches menées et de la pertinence des questions abordées. La présence au sein du laboratoire d'experts reconnus dans leur domaine de compétences est un élément essentiel du développement de nos possibilités de collaboration vers ces disciplines.

## Les axes de recherche du département

Le département communication Homme-Machine se structure autour de trois axes de recherche concernant le traitement de la langue, l'ingénierie des interfaces et la réalité virtuelle.

Cette organisation se décline au travers de quatre groupes de recherche et de trois actions thématiques. Alors que les groupes de recherche constituent les structures pérennes de l'organisation du laboratoire, les actions thématiques, concernant un projet de recherche monothématique, visent à conférer une plus grande souplesse au dispositif.

Cette structuration est la conséquence d'un réaménagement des activités concernant la réalité virtuelle (fermeture du groupe Geste et Image) et la cognition (fermeture du groupe Cognition Humaine). Ce dernier avait pour but de donner plus de cohérence à l'activité en réalité virtuelle autour de la seule action transversale **VENISE** et toute leur visibilité aux relations réalité virtuelle et cognition (nouveau thème Image, Langage, Espace du groupe **Perception située**).

## Traitement de la langue

Le langage demeure un axe directeur majeur du département autant dans sa composante écrite (groupe **Langues, Information et Représentations**) que dans sa composante orale (groupes **Traitement du Langage Parlé** et **Perception située**).

L'évolution des activités concernant la langue est marquée par l'augmentation considérable des masses de données disponibles (textes et données audio-visuelles). Cette quantité massive de données facilite le développement de techniques statistiques mais impose de nouvelles méthodes d'analyse et de fouille de données. L'importance toujours croissante de l'internet fournit également de nouveaux champs d'investigation concernant la recherche d'information et les méthodes d'interrogation.

En face de ces nouveaux besoins, le développement de méthodes d'analyse et de gestion de la connaissance et d'outils formels de raisonnement est plus que jamais d'actualité. La construction de bases de connaissances prenant en compte des données sémantiques et pragmatiques est une approche centrale dans le traitement des données textuelles. Le traitement des données spatiales ou temporelles est un élément essentiel dans la capacité de représentation d'une connaissance située.

L'analyse de la langue écrite repose sur trois thèmes concernant l'acquisition et le raisonnement sémantiques, la compréhension et la production de textes, l'évaluation de traitements automatiques robustes de la langue.

Le premier thème développe des recherches concernant l'acquisition et la représentation de connaissances sémantiques et couvre un spectre allant de l'émergence d'un lexique commun au sein d'une population d'agents autonomes à l'identification par apprentissage non-supervisé des formes homonymiques ou polysémiques au sein d'un corpus. Il s'intéresse également à l'impact de l'apport de connaissances linguistiques dans les applications d'ingénierie linguistique. Enfin un dernier volet est consacré au raisonnement spatio-temporel au travers de formalismes logiques de représentation adaptés.

Le second thème envisage la compréhension de textes sous les angles classification, accès au contenu, structuration et dialogue interactif. Son objectif est de fournir des outils pour faciliter l'accès à l'information dans les textes en relation avec, par exemple, le profil des utilisateurs. L'analyse de l'indexation et de la structuration de documents textuels est en effet essentielle compte tenu de l'accumulation de données induite par le développement actuel du web et des bases de données. Des approches statistiques de type fouille de données, et symboliques s'appuyant sur l'annotation à partir d'ontologies sont étudiées.

Un dernier thème s'attache, de façon spécifique, aux questions d'évaluation des traitements de la langue écrite. Il vise à développer des outils nouveaux autour de deux questions fondamentales en traitement automatique des langues : l'évaluation de la syntaxe et l'évaluation des systèmes de recherche d'information précise.

Par ailleurs l'analyse des relations causales entre éléments d'un récit fournit également un cadre formel à la compréhension. La représentation du temps est ici au centre de l'activité de recherche. La fermeture du groupe Cognition Humaine nous a conduit à individualiser ces travaux sous la forme de l'action thématique **Sémantique et Mémoire épisodique**. Là encore, ces travaux sont conduits en collaboration avec les chercheurs qui s'intéressent à la compréhension automatique de textes et à la mise au point d'outils de représentation des connaissances temporelles du groupe **Langues, Information, Représentations**.

L'analyse de l'oral (groupe **Traitement du Langage Parlé**) porte sur le décodage de la parole et s'appuie sur trois modélisations, acoustique, lexicale et linguistique. Les travaux sur ce thème sont menés dans un contexte multilingue et conduisent au développement d'outils génériques de traitement de la parole mais également à des adaptations spécifiques à chaque langue considérée.

Le dialogue oral est un second aspect de cette activité. Il s'appuie d'une part sur des modèles de dialogue explicites et d'autre part sur des modèles statistiques. Cette seconde approche nécessite le recours à des corpus annotés et met en jeu des techniques d'apprentissage. Ces recherches s'appuient sur des modèles de la parole spontanée et des processus de compréhension. Elles mettent en œuvre des mécanismes de gestion du dialogue proprement dit et conduisent à considérer l'intégration de la reconnaissance de la parole dans un processus plus global d'interaction homme-machine faisant intervenir la synthèse de parole mais également la prise en compte globale de la situation (geste, émotions, contexte). Un effort tout particulier a été porté récemment sur la prise en compte de caractéristiques non linguistiques comme les émotions ou

l'identification de l'accent du locuteur. Enfin une nouvelle activité se développe concernant la traduction automatique de la parole.

Comme nous l'avons souligné pour l'écrit, les progrès des techniques d'enregistrement et de stockage de l'information mettent à notre disposition de grandes quantités de données. La recherche dans ces masses documentaires est un enjeu important dont les applications potentielles sont nombreuses. L'indexation de documents audio-visuels par le contenu (essentiellement audio actuellement) est un thème de recherche en expansion au laboratoire. Nous pouvons noter le développement récent de travaux concernant le suivi de thèmes qui se situent dès maintenant au premier plan international. La reconnaissance du locuteur est également une question importante non seulement en ce qui concerne les questions de sécurité mais également du point de vue de l'indexation de documents.

Par ailleurs, concrétisé par la création de l'action thématique « **Geste** », le laboratoire développe une recherche concernant la langue des signes et traitant particulièrement de la structure syntactico-sémantique de cette langue, étape préalable au développement de techniques d'analyse automatique. Ici encore, la génération de corpus suffisants est une nécessité. Le groupe de chercheurs concernés travaille activement à la génération de tels corpus qui doivent à la fois permettre une indexation manuelle et l'utilisation de technique de traitement d'image.

Mentionnons enfin une activité de synthèse de parole (groupes **Perception Située** et **Traitement du Langage Parlé**) qui se concentre sur les systèmes de synthèse par concaténation et s'oriente vers la prise en compte de caractéristiques non verbales telles que l'accent du locuteur ou ses caractéristiques émotionnelles. Afin d'aller plus loin dans la compréhension des mécanismes de production de la voix, un projet de modélisation des paramètres du conduit vocal et de la dynamique des écoulements caractéristiques de la production de parole est conduit en collaboration avec le département Mécanique (groupes **Perception Située** et **Aérodynamique Instationnaire**). Ces recherches constituent l'un des axes de collaboration entre les deux départements que nous souhaitons renforcer. Dans ce domaine, les recrutements réalisés en 2002 ont fortement contribué à développer une activité de recherche de qualité en acoustique.

## Ingénierie des interfaces et systèmes perceptifs

Le premier élément du développement d'une interaction avec la machine est l'analyse des moyens de cette interaction en entrée et en sortie et particulièrement de ses aspects multimodaux. C'est le sujet principal de l'activité du groupe **Architectures et Modèles pour l'Interaction**.

En sortie, la visualisation d'information est limitée par les performances des périphériques de sortie. Il est donc nécessaire de repenser la visualisation pour l'adapter aux masses de documents à visualiser. Une façon d'aborder ce problème est de considérer les possibilités de l'interactivité qui permettent à tout moment de ne visualiser que l'information pertinente et de naviguer dans un espace structuré par les données. Nos travaux dans ce domaine portent sur la visualisation de textes et de structures homogènes de type hiérarchies ou tables.

En entrée, la mise en œuvre d'agents logiciels assistants d'interface permet d'améliorer les conditions d'utilisation de la machine. Une action est conduite vers le développement d'agents conversationnels permettant de développer des interactions dialogiques entre agents humains et logiciels. Ces systèmes sont mis en œuvre dans le cadre du traitement de requêtes sur internet. Leur usage est également étudié dans le contexte de l'enseignement assisté par ordinateur, où il s'agit de développer des tuteurs actifs, et envisagé dans le cadre du handicap, pour faciliter la communication des enfants autistes avec la machine.

Ainsi, nous encourageons le développement d'une activité de recherche autour des avatars privilégiant le dialogue, la synthèse de parole (« Têtes parlantes »), la synthèse du geste en relation avec la langue des signes, et la réalité virtuelle (groupes **Architectures et Modèles pour l'Interaction**, **Perception Située** et action thématique **Geste**, action transversale **VENISE**)

Par ailleurs, de nouvelles conditions d'interaction avec la machine sont étudiées dans le groupe **Perception Située**. Dans ce contexte, et en relation avec le concept émergent d'intelligence diffuse, le développement d'outils de perception artificielle est incontournable. Une réflexion sur la nature même des processus perceptifs, naturels ou artificiels, est nécessaire. En effet, au-delà du traitement du signal même sophistiqué, dans de tels systèmes, le contexte et la situation doivent être pris en compte. L'ensemble du processus cognitif faisant intervenir les interactions globales entre le sujet et son environnement à la fois dans l'espace et dans le temps doit être considéré. Ces recherches s'intéressent aux mécanismes de la

perception active et aux relations perception-action du point de vue des systèmes naturels mais aussi des entités artificielles. Ce dernier volet s'inscrit dans le développement de formes d'interactions entre l'homme et la machine médiées par des systèmes robotiques autonomes. Mentionnons une relation récente entre cette activité de recherche et des travaux conduits dans le groupe **Langues, Information et Représentations** concernant l'émergence de la communication entre entités autonomes.

Parallèlement à cette analyse des moyens de l'interaction Homme-Machine, nous nous intéressons à ces conséquences sociologiques au travers de l'utilisation des outils informatiques dans la médiatisation des pratiques collectives. Cette dernière permet en effet l'émergence de collectifs distribués au niveau mondial et pose des questions sociologiques nouvelles. Le travail conduit sur ce thème utilise le concept d'objet informationnel pour spécifier les conditions des interactions sur les réseaux numériques. Deux situations sont particulièrement étudiées, la construction d'objets génomiques dans des environnements virtuels et la construction de concepts dans la communauté Open-Source d'analyse des bugs d'un logiciel.

## Réalité Virtuelle et Augmentée

La réalité virtuelle se développe au LIMSIS tout d'abord selon un axe de recherche qui concerne les architectures informatiques nécessaires à la mise en œuvre de cet outil technologique mais également au travers d'applications qui nécessitent une collaboration étroite entre les groupes concernés et l'action transversale **VENISE**.

Selon le premier axe, les originalités de l'architecture informatique mise en œuvre sont essentiellement liées à la prise en compte de la multimodalité alliant reconnaissance du geste et de la parole en entrée, et synthèse 3D visuelles et sonores en sortie. Le logiciel EV-Server, serveur hiérarchique d'événements et gestionnaire de périphériques, essentiellement développé dans le groupe Geste et Image, offre un outil de mise en œuvre de telles applications de la réalité virtuelle et augmentée.

Parallèlement l'outil VirChor destiné à la modélisation interactive de scène 3D et développé dans le groupe **Architectures et Modèles pour l'Interaction** apporte de nouvelles fonctionnalités à ces outils et devrait constituer un puissant outil fédérateur. Il a été utilisé pour le développement d'expériences concernant la perception spatiale et utilisant la réalité virtuelle audio (groupe **Perception Située**) et dans le projet « Têtes parlantes ».

Mentionnons enfin l'émergence, rendue possible par le recrutement d'un chercheur confirmé dans ce domaine en 2002, d'une activité de recherche en réalité virtuelle audio qui constitue l'une des originalités du projet de réalité virtuelle du laboratoire.

Par ailleurs, quatre domaines d'applications sont privilégiés :

- En mécanique des fluides, la visualisation de données en temps réel pour l'étude qualitative des écoulements tridimensionnels nécessite la mise au point de logiciels axés sur la mise en évidence de structures cohérentes et sur la comparaison entre modèles expérimentaux et modèles numériques.
- En bioinformatique, la plate-forme GenoMedia est conçue comme un outil de visualisation immersive de données factuelles et textuelles appliquées au génome. La réalité virtuelle offre un outil de choix pour la visualisation tri-dimensionnelle des interactions moléculaires. Un projet de développement d'outils de docking virtuel pour ces applications a récemment débuté.
- En imagerie radiologique, l'utilisation des techniques de réalité virtuelle et augmentée permet d'envisager l'interaction coopérative entre praticiens pour l'interprétation des données mais également l'aide « in situ » en conditions opératoires.
- Enfin, la CAO immersive constitue un domaine privilégié qui nécessite le développement de techniques d'interaction multimodale combinant la visualisation, l'analyse du geste et de la voix. Au lieu de considérer les interfaces immersives comme de simples extensions des interfaces traditionnelles, l'une des originalités de nos travaux est le développement de méthodes d'interactions nouvelles qui s'appuient sur la reconnaissance et le traitement des modalités sensori-motrices.

Le laboratoire considère également les nouvelles perspectives ouvertes par les technologies virtuelles en direction des sciences cognitives. La possibilité de manipuler l'espace perceptif à volonté dans les modalités visuelle, proprioceptive (par l'utilisation d'interfaces haptiques) et sonore offre un immense champ d'expérimentation. Le LIMSIS est présent dans cet ensemble d'activités. Il participe au projet PERF-RV2, suite du projet PERF-RV concernant le bureau d'étude du futur. Le LIMSIS est également le laboratoire

correspondant pour le CNRS dans le réseau d'excellence européen Intuition, visant à structurer les activités de recherche concernant la réalité virtuelle en Europe.

## Actions transversales

Les actions transversales précédentes visant à structurer les activités concernant l'archivage et l'indexation de documents multimédias et l'activité concernant la constitution de corpus en vue de l'évaluation ont été fusionnées dans l'action « **COPTÉ** ». Cette action fait le lien entre les activités concernant l'écrit et l'oral. Elle a pour vocation de soutenir les efforts du laboratoire dans le cadre des campagnes d'évaluation du programme TechnoLangue et par ailleurs de travailler à l'élaboration de ressources linguistiques annotées à partir de corpus de paroles. Cette activité est essentielle pour assurer les progrès des méthodes de traitement automatique de la langue développées au laboratoire.

## Personnels rattachés au département Communication Homme-Machine

Prénom	Nom	Dernier statut
Emmanuel	Jamin	Doctorant
Jean-Philippe	Leboeuf	Doctorant
Jean-Pascal	Martin	Doctorant
Dominique	Parisot	Auxiliaire
Xavier	Pétard	Doctorant
Martine	Charrue	ITA T
Gérard	Sabah	DR1
Viviane	Cariou	Auxiliaire

## Production scientifique

### Thèses

1. Martin, J.-P., *Description sémiotique de contenus audiovisuels. Thèse Doct. Informatique, LIMSI-CNRS. Université Paris-Sud, Orsay (2005).*

### Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Sabah, G., Intelligence artificielle, linguistique et cognition, in *La Linguistique Cognitive*, C. Fuchs, Editor. 2004. Cogniprisme, Ophrys, Paris.
2. Sabah, G., Compréhension des langues et intelligence artificielle, in *Encyclopédie de l'informatique et des systèmes d'information*, section "Intelligence Artificielle", D. Kayser, Editor. 2005. Vuibert, Paris.
3. Sabah, G., Compréhension des langues et interaction. 2006. Hermès, Paris.

## Perspectives

Le département continuera à se structurer autour des trois axes majeurs que constituent le traitement de la langue, l'ingénierie des interfaces et la réalité virtuelle.

Dans le domaine du traitement de la langue, le défi majeur est constitué par le développement d'outils permettant de traiter de grandes masses de données non structurées. Dans le cadre de l'écrit, il s'agit de produire des outils d'interrogation du web et de dialogue en langue naturelle. Dans le domaine de l'oral, il s'agit de traiter des documents multimédia de très grande taille et d'obtenir leur transcription textuelle de façon efficace. Un objectif important est d'étendre les capacités actuelles des systèmes de reconnaissance, de transcription et d'indexation à de nombreuses langues, voire à des documents multilingues.

La prise en compte d'aspects contextuels (timbre de voix, nature du locuteur, état émotionnel) sera développée notamment en relation avec les capacités de reconnaissance et de compréhension et dans le cadre des programmes européens concernés (HUMAINE, CHIL).

La place de l'indexation et de la recherche de documents multimédia devient prépondérante. A cet égard, le choix du LIMSI comme laboratoire pilote français du projet franco-allemand d'indexation et de recherche documentaire *Quaero* confirme notre position de leader du domaine.

Dans la période écoulée, le groupe **Cognition Humaine** a contribué à l'étude des représentations spatiales et de leur description verbale. Ces travaux enrichissent notre compréhension des processus mentaux liés à la représentation de l'espace. Au travers de la notion d'image mentale, ils abordent la nature des représentations visuelles de l'espace et les processus cognitifs mis en œuvre dans la production de descriptions spatiales. Ils contribuent au développement de systèmes de guidage et de navigation en particulier chez les non-voyants et ont donné lieu à un contrat de collaboration avec Bouygues-Telecom sur les descriptions d'itinéraires en environnement urbain. Des relations entre psychologie cognitive et intelligence artificielle (groupe **Langues, Information, Représentations**) ont été développées dans ce cadre et ont conduit à la définition d'un langage formel pour la description de croquis produits à partir de descriptions verbales. Ces recherches ont contribué au développement de logiques aptes à prendre en compte les connaissances spatiales. Ces activités se poursuivent dans le thème Image, Langage, Espace du groupe **Perception située** et participent au renforcement des relations Réalité Virtuelle et Cognition.

Comme nous l'avons signalé, de nombreux aspects de l'ingénierie des interfaces sont étudiés au laboratoire. La visualisation interactive de documents est l'un des domaines appelé à un fort développement. De nouveaux outils de visualisation seront proposés et analysés. Les interfaces concernant le handicap<sup>2</sup> continueront à être développées par exemple au travers de l'utilisation de descriptions structurées d'environnements destinées au guidage des non voyants en liaison avec les technologies déjà développées au laboratoire. L'introduction d'une aide à l'interaction par l'intermédiaire d'agents dialogiques est également un axe promis à un développement important. La structuration des activités autour des avatars sera encouragée. Enfin, de nombreuses questions liées à l'ingénierie des interfaces doivent être repensées dans le contexte de la réalité virtuelle.

La réalité virtuelle est actuellement dans une phase de mise en place technologique. Cette première phase, qui s'achèvera fin 2006 par la livraison de l'extension du laboratoire et la mise en place de son équipement scientifique, devra être rapidement dépassée. Les travaux de recherche fondamentale, notamment en ce qui concerne les architectures matérielles et logicielles mises en œuvre dans le domaine, devront être développés. Le renforcement du potentiel de recherche, en particulier en moyens humains, est ici vital. Le développement de travaux pluridisciplinaires autour du dispositif ainsi que son ouverture à des scientifiques extérieurs seront poursuivis. Un équilibre entre la gestion de la plateforme technologique en relation avec des collaborations extérieures et l'activité propre de recherche en réalité virtuelle que le laboratoire entend également développer devra être trouvé.

L'action transversale **VENISE**, ouverte à toutes les composantes du laboratoire qui souhaitent s'y associer, a des effets sensibles sur l'orientation des recherches actuelles. Toutefois, l'importance des moyens mis en œuvre pour doter le laboratoire d'une plate-forme technologique de pointe en réalité virtuelle ne doit pas occulter les autres activités majeures du laboratoire. Nous veillerons à ce que toutes les composantes du laboratoire continuent à bénéficier des moyens nécessaires à leur développement.

Du point de vue de l'organisation matérielle, la recherche d'une cohérence globale dans le respect de la libre réflexion scientifique est un travail constant dans un laboratoire pluridisciplinaire. La mise en place d'un dispositif transversal structurant (actions transversales, actions incitatives et actions sur programme) renforçant la cohésion inter-groupes du laboratoire sera poursuivie.

Les groupes du département sont impliqués dans les projets nationaux comme en témoigne leur participation à des projets soutenus par l'Agence Nationale de la Recherche. Ils sont également activement impliqués dans la structuration de l'espace de recherche européen par leur participation à plusieurs réseaux d'excellence et projets intégrés du 6ème PCRDT. Comme nous l'avons déjà souligné, il joue un rôle moteur dans le réseau d'excellence Intuition. Il participe à des réseaux concernant le développement d'interfaces multimodales offrant des supports discrets aux interactions humaines, dotées de capacités de perception contextuelles et d'analyse des situations (SIMILAR, CHIL) et de prise en compte des états émotionnels (HUMAINE).

La valorisation de nos activités est effective au travers de relations de longue date avec la société Vecsys en ce qui concerne les technologies de la langue orale. De multiples conventions sont en cours avec d'autres industriels et concernent aussi bien la qualité de la voix (France Telecom) que la mise en œuvre d'outils d'indexation (TF1, Xerox) ou le développement d'interfaces (Thalès, Mitsubishi). Citons enfin nos relations

---

<sup>2</sup> Canne Laser développée en collaboration avec le laboratoire Aimé Cotton UPR CNRS 3321

avec la DGA concernant les technologies de la langue<sup>3</sup>, mais également la multimodalité dans les interfaces Homme-Machine.

Enfin, la structuration des recherches dans le domaine des STIC en Île de France Sud se poursuit au travers de la mise en place du pôle de compétence *Digiteo-Labs* issue de la convergence entre les projets PCRI et Num@tec. Ce pôle, en liaison avec le pôle de compétitivité *System@tic* récemment labellisé comme un pôle d'envergure mondiale, vise à fédérer l'ensemble des recherches en STIC sur le plateau de Saclay en rapprochant les activités du CEA, de l'INRIA futurs, du CNRS, de Supélec, de l'École Polytechnique et de l'Université Paris Sud dans les domaines du logiciel et des systèmes complexes. Au travers du traitement de la langue, de la communication non verbale, de la réalité virtuelle, le LIMSI, en tant que laboratoire propre du CNRS, entend pleinement participer à la mise en place de ce pôle de recherche et y développer des collaborations scientifiques.

---

<sup>3</sup> Concrétisées par une convention entre le LIMSI et la DGA



Présentation des groupes de  
recherche et actions  
thématiques



CHRISTIAN TENAUD

## Introduction

Les écoulements d'air sont présents dans un grand nombre de situations pratiques relevant des sciences pour l'ingénieur, tels que celles rencontrées dans les domaines des transports, de l'énergie, de l'environnement, des biotechnologies, par exemple. Ces écoulements de fluide, présents dans la nature ou dans les machines inventées par l'homme, sont généralement instationnaires et très souvent turbulents. La maîtrise de ces phénomènes instationnaires reste un défi majeur pour ce qui concerne l'optimisation du fonctionnement des machines. A travers la modélisation, la simulation numérique et l'expérimentation, le groupe « **Aérodynamique Instationnaire : Turbulence et Contrôle** » mène des recherches qui visent à une meilleure prédiction et compréhension pour un contrôle efficace des écoulements de fluide dans lesquels la convection est dominante, le régime instationnaire voire pleinement turbulent. Le contexte applicatif visé concerne plus spécifiquement les domaines des transports terrestres, de l'aéronautique et de l'espace, de l'acoustique, de la dynamique des systèmes et de l'environnement.

Créé au début de l'année 2004, le groupe « **Aérodynamique Instationnaire : Turbulence et Contrôle** » émane du groupe « Dynamique des Fluides et Turbulence ». La stratégie du groupe « **Aérodynamique Instationnaire : Turbulence et Contrôle** » s'inscrit dans une triple démarche, selon le triptyque modélisation / simulation numérique / expérimentation, pour atteindre deux principaux objectifs. Le premier, à long terme, a pour but l'analyse, la compréhension et le contrôle des phénomènes élémentaires rencontrés en mécanique des fluides. Les résultats de cette recherche de base contribuent à l'amélioration des connaissances et doivent servir de support à la levée des verrous technologiques des années à venir. Le second objectif, à caractère plus appliqué, s'appuie sur les connaissances acquises en méthodologies expérimentales et numériques pour modéliser et simuler des problèmes réels, proches des préoccupations industrielles. Il participe à une recherche à plus courte échéance, qui a pour but de répondre aux besoins du monde économique.

Pour satisfaire ce double objectif, le groupe mène simultanément :

- des analyses théoriques sur des formulations mathématiques et des modélisations adaptées à la résolution numérique des problèmes étudiés
- des développements d'ordre méthodologique aux niveaux expérimental et numérique pour la représentation, la capture et la caractérisation des structures cohérentes présentes dans les écoulements turbulents
- des validations des méthodes numériques et des modélisations pour la prédiction, l'analyse et le contrôle des écoulements

Le groupe est, de ce fait, structuré autour de trois thèmes :

**Outils numériques performants** : ce thème est d'ordre méthodologique. Il a pour objectif de fournir des méthodes de simulation numérique fiables, précises et rapides, capables de reproduire les phénomènes physiques modélisés. L'intégration des équations aux dérivées partielles du mouvement, le développement de schéma de haute précision et la modélisation en Simulation des Grandes Échelles (LES), le traitement des conditions aux limites instationnaires, la quantification et la propagation d'incertitudes ainsi que les techniques de contrôle optimal constituent les principaux aspects abordés dans ce thème.

**Écoulements instationnaires** : ce thème s'intéresse à la physique des écoulements instationnaires. Il a pour objectif principal d'appréhender les phénomènes fondamentaux de la mécanique des fluides (décollements, sillages instationnaires, mécanismes de création des tourbillons, turbulence) soit à travers l'application de simulations numériques performantes, soit au moyen de méthodes expérimentales innovantes. Les problèmes liés aux instationnarités en écoulements décollés incompressibles, aux interactions ondes de choc / zones cisailées en régime compressible, aux couplages de méthodes (RANS/LES, fluide/structure), à la mesure instationnaire et à la caractérisation des structures cohérentes, au traitement d'une thermodynamique complexe sont particulièrement étudiés dans ce thème.

**Manipulation et contrôle des écoulements :** ce thème, à caractère applicatif mais au fort contenu méthodologique, a pour objectif d'étudier les techniques de manipulation et de contrôle dans le but d'améliorer les écoulements en terme de gain d'énergie (réduction de traînée, amélioration du mélange, du transfert thermique pariétal...). La réduction de système dynamique, la manipulation des écoulements décollés et le contrôle de la turbulence de paroi font partie des principaux aspects abordés dans ce thème.

Le groupe rassemble, par conséquent, des compétences en modélisation, en simulation numérique, en mathématiques appliquées, en expérimentation et en contrôle. Sa cohérence scientifique est assurée par des interactions fortes entre la modélisation théorique, la simulation numérique et l'expérimentation. Nous évaluons les techniques numériques et les modélisations développées par des simulations numériques et des comparaisons avec des mesures expérimentales. Pour que la confrontation expériences/simulations soit efficace, il faut garantir la fiabilité à la fois des méthodes numériques et des méthodes expérimentales mises en œuvre. D'une part, la fiabilité des méthodes numériques est assurée par une analyse mathématique rigoureuse et/ou par des expérimentations numériques. Le groupe possède des compétences reconnues en approximation par différences finies compactes, volumes finis et éléments finis. D'autre part, la qualité des mesures expérimentales est garantie par la recherche de protocoles expérimentaux non intrusifs tels que la Vélocimétrie par Images de Particules (PIV) tridimensionnelle par flot optique qui a obtenu d'excellents résultats aux deux challenges PIV.

Nos recherches sont relativement fondamentales mais sous-tendues par des préoccupations applicatives via des activités contractuelles. La majeure partie des travaux du groupe sont réalisés en collaboration avec des laboratoires CNRS et/ou universitaires français (LMF Nantes, LEA/CEAT Poitiers, LTPM Grenoble, SINUMEF-ENSAM Paris, CLIPS-IMAG Grenoble ...) ou étrangers (Dpt of Fluid Mechanics, Denmark Technical University ; Grupo de Mecânica dos Fluidos, Université de Coïmbra, Portugal ; Texas Institute for Computational and Applied Mathematics, Austin, USA ; Texas A&M University, College Station, USA ; Polish Academy of Sciences, Warszawa ; Universités de Tunis et de Sfax, Tunisie), des organismes publics (DSA/DGA, ONERA, Institut Franco Allemand de recherche de Saint Louis), du milieu industriel (EDF, PSA, RENAULT, SNECMA, Dantec Dynamics) et soutenus par plusieurs contrats de recherche.

## Présentation de la recherche

### Thème Outils numériques performants

*J.L. Guermond, L. Bentaleb, V. Daru, Y. Fraigneau, L. Mathelin, B. Podvin, L. Ta Phuoc, C. Tenaud.*

Le groupe a engagé, depuis plusieurs années, une importante réflexion sur la Simulation des Grandes échelles (LES : Large-Eddy Simulation) de la turbulence. En effet, la simulation numérique directe (DNS) des écoulements industriels, turbulents à haut nombre de Reynolds, n'est pas envisageable avec les ressources informatiques disponibles actuellement et dans la décennie à venir. Ainsi, la simulation d'écoulements de type industriel ne peut passer, à l'heure actuelle, que par une forme de modélisation de la turbulence. La technique LES se positionne comme une approche intermédiaire entre Simulation Numérique Directe (DNS) et modélisation statistique (RANS ou URANS). Elle repose sur la notion de séparation d'échelles obtenue par une opération de filtrage (spatial, passe-bas) des inconnues du problème. De ce fait, les grands nombres d'ondes, associés aux petites échelles, ne sont pas calculés explicitement, mais leurs actions sur les échelles résolues (à travers les non-linéarités présentes dans les équations) doivent être prises en compte par l'intermédiaire de modélisations (modèles de sous maille). Cette approche est étroitement liée à la résolution numérique des équations de Navier-Stokes et on peut voir la LES comme une réduction du nombre de degrés de liberté du système étudié, pour lequel nous pouvons espérer que le calcul dynamique des grandes échelles énergétiques est caractéristique de la dynamique globale de l'écoulement.

**Analyse mathématique de la LES :** Un des premiers objectifs de ce thème est de développer un cadre mathématique rigoureux à l'approche LES qui demeure, pour l'instant, largement heuristique. Dans cet esprit, un travail important a été effectué sur la stabilisation des approximations par modèle de sous maille. Des résultats théoriques de stabilisation et de convergence démontrant l'intérêt de l'approche LES ont été prouvés. Par ailleurs, la notion de solutions « acceptables » des approximations a été définie dans le cadre de la LES. Ainsi, trois critères ont été avancés comme définition d'une approximation acceptable ([pour plus d'informations, consulter la page de présentation](#)). Ces recherches contribuent à montrer que ce type de technique permet de sélectionner les solutions entropiques.

**Schéma à capture de choc de haute précision :** En régime turbulent, la convection non-linéaire est le phénomène dominant, i.e. dans les équations de la mécanique des fluides le caractère hyperbolique domine. Il peut sembler alors naturel de mettre en œuvre des méthodes numériques adaptées aux problèmes hyperboliques : décentrement, capture de choc, etc. Toutes ces méthodes introduisent une viscosité numérique ad hoc. Lorsque ce type de technique est utilisé en association avec un modèle de viscosité de sous maille dans le cadre de la LES, se pose la question de l'importance relative de la viscosité de sous maille et de la viscosité numérique du schéma. Cette question est également une des préoccupations centrales du groupe. En collaboration avec le laboratoire SINUMEF (ENSAM, Paris), un schéma à capture de choc, de haute précision (dans les zones régulières de la solution) a été développé afin de minimiser l'impact de la viscosité numérique sur la capture des structures à grandes échelles. Après une étape de validation sur des cas tests classiques, représentatifs des phénomènes rencontrés en turbulence compressible, nous avons effectué des simulations LES sur des géométries simples qui ont permis de quantifier les interactions viscosité numérique / modélisation de sous maille ([pour plus d'informations, se reporter à la page de présentation](#)).

**Méthodologie pour le contrôle des écoulements :** Récemment, le groupe s'est engagé dans la manipulation et le contrôle des écoulements par voie numérique et il a été nécessaire de développer des méthodologies propres à ces approches. La qualité des simulations numériques est fortement conditionnée par les conditions aux limites, principalement dans le cas du contrôle pariétal. Des techniques de génération de conditions aux limites instationnaires sont alors primordiales pour représenter correctement la dynamique de l'écoulement. Des travaux ont été engagés pour développer ces techniques, basées soit sur des décompositions modales ([se reporter à la page de présentation](#)), soit grâce à une technique de frontières immergées ([se reporter à la page de présentation](#)). Par ailleurs, afin d'atteindre des contrôles efficaces, nous avons travaillé sur la robustesse du contrôle optimal par des techniques adjointes. Pour se rapprocher de conditions réalistes de contrôle, ces travaux ont été développés en prenant en compte une certaine variabilité des paramètres de contrôle ([pour plus de détails, voir la page de présentation](#)). Ces études font appel à la notion de « propagation et de quantification d'incertitudes » qui est une voie de recherche très prometteuse, développée par Lionel Mathelin depuis son recrutement (CR2) au sein du groupe.

## Thème Écoulements instationnaires

*S. Pellerin, F. Lusseyran, L. Bentaleb, V. Daru, T. Faure, G. Fournier, Y. Fraigneau, J.-L. Guermond, L. Lorang-VoDinh, L. Pastur, B. Podvin, D. Sciamarella, L. Ta Phuoc, C. Tenaud et P. Gougat (collaborateur extérieur)*

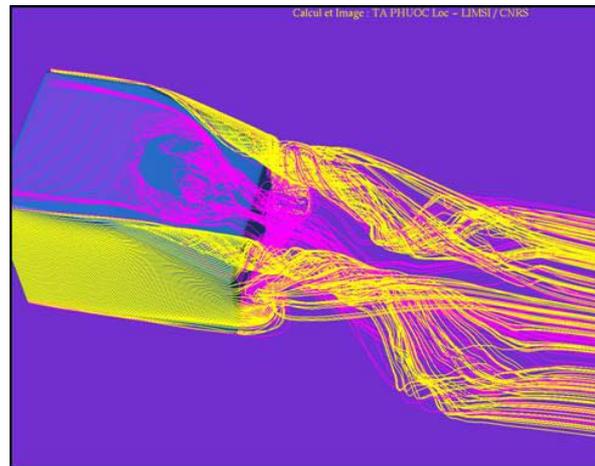
Les écoulements de fluide dans les mécanismes relevant des sciences pour l'ingénieur présentent généralement de nombreux phénomènes instationnaires qui se rencontrent aussi bien dans les régimes continus (zones cisillées et/ou turbulence, par exemple) que dans les régimes transitoires (hors du régime nominal, avec de larges décollements, des blocages soniques, des interactions ondes de choc/couche limite turbulente...) ou pour des configurations avec des parois en mouvement (dans les systèmes biomécaniques, les turbomachines, les systèmes contrôlés, par exemple). A l'heure actuelle, la connaissance de ces phénomènes instationnaires est un des enjeux majeurs de la Mécanique des Fluides, particulièrement pour ce qui concerne l'optimisation ou le contrôle des mécanismes. Dans ce thème, le groupe contribue à approfondir la connaissance de ces phénomènes instationnaires que ce soit en écoulements incompressibles ou dans le domaine compressible. Une des originalités de notre travail repose sur une confrontation étroite expériences / calcul et, pour certaines études, nous menons de front des simulations numériques et des études expérimentales sur les mêmes configurations d'écoulement. De plus, notre groupe dispose de méthodes originales tant en simulation numérique, capables de traiter des écoulements cisillés à des nombres de Reynolds élevés ( $>10^4$ ) (modulo un nombre de points de discrétisation suffisant pour reproduire toutes les structures) que pour l'acquisition des trois composantes du champ de vitesse grâce à un algorithme de flot optique pour le traitement de la mesure par Vélocimétrie par Images de Particules (PIV : Particule Image Velocimetry). Par ailleurs, une activité récente continue son développement, depuis l'arrivée de D. Sciamarella (CR2), sur l'étude numérique du couplage fluide-structure appliqué à la production vocale. Cette activité est conduite en étroite collaboration avec le groupe Perception Située (PS).

En s'appuyant sur les acquis du groupe en matière de simulation numérique et d'acquisition de données expérimentales, plusieurs études sont poursuivies dans ce thème :

**Écoulements incompressibles décollés :** les écoulements décollés intervenant dans bon nombre de configurations aérodynamiques, sont le siège d'instationnarités à grandes échelles qu'il est important de

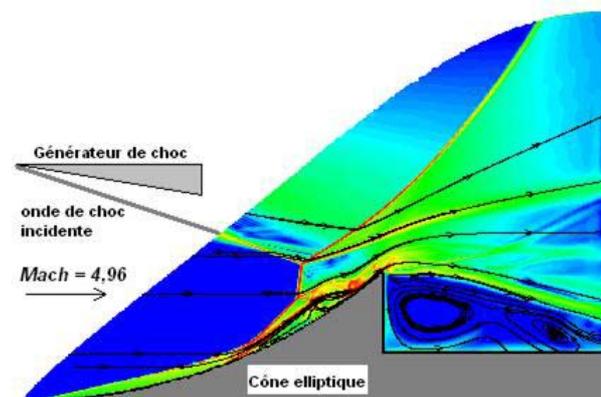
prédire correctement si l'on souhaite les maîtriser. Dans ce domaine, ces dernières années, notre effort de recherche s'est porté sur la prédiction par simulation des grandes échelles (LES) de ces écoulements incompressibles décollés, à haut nombre de Reynolds.

Depuis plusieurs années, le groupe a engagé ses recherches sur la génération de nouveaux modèles, mieux adaptés aux écoulements cisailés, pour la prise en compte des interactions entre différents niveaux d'échelles d'un point de vue dynamique. Grâce aux études abouties sur la résolution efficace de formulation alternative des équations de Navier-Stokes, les LES sont principalement menées à partir des équations en formulation vitesse-vorticité ( $v-\omega$ ) dont un des avantages reconnu, par rapport à la formulation classique ( $v-P$ ), est la facilité d'imposition des conditions aux limites. Ceci nous a permis de développer une méthode de frontières immergées, appliquées à la formulation ( $v-\omega$ ), pour le traitement de géométrie complexe afin de s'affranchir de la contrainte d'alignement du maillage avec les frontières physiques. Les résultats relatifs à ces développements ([voir la page de présentation](#)) constituent une avancée importante dans le traitement des écoulements complexes à haut nombre de Reynolds, en particulier pour le traitement de l'écoulement autour de corps en mouvement relatif. Ces développements permettent également d'envisager le contrôle des écoulements, par voie numérique, par des techniques fluidiques (soufflage/aspiration local) ou mécaniques (déformation locale de la paroi, rotation, ...), comme nous le verrons par la suite...



Visualisation de l'écoulement sur la partie arrière d'un véhicule tri corps, obtenue par LES à un nombre de Reynolds de  $4.10^4$ .

**Écoulements compressibles et discontinuités :** Nous nous intéressons ici principalement à la prédiction des interactions des ondes de choc, soit entre-elles, soit avec des zones cisailées (couche de mélange, couche limite) turbulentes. Ces configurations sont étudiées pour appréhender les problèmes aérodynamiques qui se rencontrent, par exemple, dans les phénomènes de tremblement à l'extrados des profils supercritiques, dans les entrées d'air des avions supersoniques ou dans les tuyères de propulsion de véhicules spatiaux. Nos études sont basées sur des Simulations des Grandes Échelles (LES) du fait de la puissance qu'offre cette approche pour la prédiction et l'analyse de la dynamique des écoulements à haut nombre de Reynolds. Dans ce cadre, nous avons validé le nouveau schéma de haute précision (OSMP7), développé au laboratoire, et étudié les interactions qui peuvent exister entre le système de capture de choc, intrinsèquement diffusif, et le modèle de sous maille. De très bons [résultats LES](#) ont été enregistrés grâce au schéma de base (OS7), proches de ceux obtenus en simulation directe (DNS). Le schéma (OSMP7), avec dispositif de capture de choc, n'introduisant qu'une très faible viscosité numérique, nous avons montré que [la solution était fortement dépendante du modèle de sous-maille](#). Néanmoins, l'approche LES reste un moyen de simulation onéreux si on souhaite prédire des écoulements dans des géométries complètes et complexes (par exemple, du type de celle d'une entrée d'air). Pour réduire les coûts de simulation, deux voies sont suivies dans ce thème : limiter l'étendue du domaine LES en utilisant un couplage zonal avec une autre méthode de type approche statistique (RANS ou URANS), moins onéreuse ; employer une méthode de raffinement adaptatif pour limiter le nombre de points de calcul en n'utilisant que les points « nécessaires ». Dans le cadre du couplage zonal de méthodes (LES/URANS), nous avons, pour le moment, travaillé sur les conditions instationnaires à générer aux interfaces des domaines LES/URANS. Ces générateurs de conditions



Interaction choc/choc autour d'un cône elliptique pour  $Mach=4,96$  et  $Re=12.10^6$  : iso contours de la densité et lignes de courants.

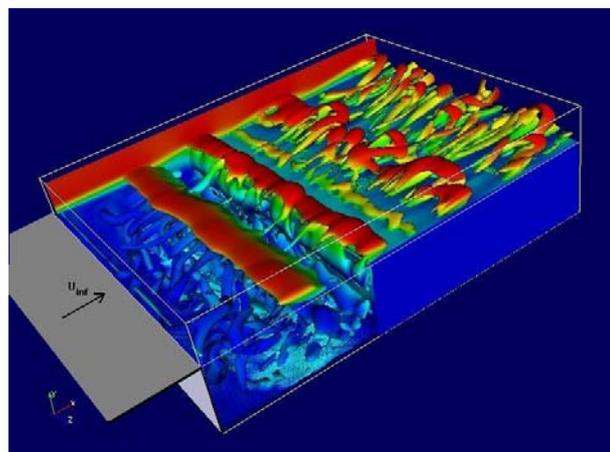
instationnaires sont basés sur des décompositions modales (POD : Proper Orthogonal Decomposition) et sur la résolution de systèmes dynamiques. L'approche POD a été validée sur le cas d'un [écoulement de canal plan turbulent pour plusieurs nombres de Mach](#). L'étude de systèmes dynamiques fiables et robustes est en cours. L'ensemble de ce travail est actuellement supporté par une action du programme non thématique de l'ANR, nommée CALINS (pour Conditions Aux Limites Instationnaires pour la résolution des équations de Navier-Stokes), en collaboration avec le LEA, UMR-6609 de Poitiers, le LEMTA, UMR-7563 de Nancy et le LML, UMR- de Lille. Par ailleurs, pour ce qui concerne la simulation d'écoulements sur des maillages adaptatifs, nous avons développé un code de calcul en nous appuyant sur les approximations multiéchelles en bases d'ondelettes.

La thèse de Linda Bentaleb a montré que, pour [des interactions onde de choc/écoulements cisailés](#) représentatives des phénomènes turbulents rencontrés dans les applications envisagées, des gains en place mémoire et en temps de calcul pouvaient être substantiels sans une perte de précision rédhibitoire, justifiant ainsi l'emploi des approches multi-niveaux pour la simulation instationnaire des écoulements aérodynamiques. Ces développements doivent se poursuivre dans le cadre de la LES, afin de montrer les avantages, mais aussi les limitations, d'une telle approche.

**Couplage Fluide-structure pour la production vocale :** Cette activité, relativement récente, a vu le jour avec l'arrivée de D. Sciamarella comme Chargée de Recherche. Elle est menée en étroite collaboration avec le groupe Perception Située. Elle s'intéresse à la dynamique des fluides liée à la production vocale dans le but d'accéder à une meilleure compréhension des phénomènes physiques responsables de la génération des sons émis. L'objectif principal de cette étude est de se doter des moyens de simulation de l'écoulement au voisinage d'un système glottique pour en étudier la dynamique. En particulier, il semble important de prédire avec précision la dynamique du point de décollement, lors du mouvement des parois glottiques, pour pouvoir rendre compte du couplage fluide / paroi glottique dans le processus. Dans ce but, un modèle mécanique à deux masses a été développé pour représenter le mouvement des parois d'une glotte. [Ce dispositif a permis, entre autres, de retrouver un grand nombre des phénomènes acoustiques présents dans la production vocale.](#) La paroi souple d'une glotte n'est pas uniquement soumise aux forces musculaires, mais subit également les variations de pression issues de l'écoulement. Il est donc primordial de considérer le problème de couplage fluide/structure qui est, dans la géométrie considérée, une tâche difficile à réaliser. Dans une première étape, [des simulations ont été effectuées en imposant le mouvement des parois de la glotte.](#) Ces résultats sont encourageants, mais des développements supplémentaires doivent être poursuivis pour pouvoir prendre en compte la fermeture totale de la glotte et, enfin, le couplage fluide/structure.

**Caractérisations expérimentales des structures cohérentes :** Deux objectifs complémentaires sont principalement poursuivis dans ce thème, autour d'une seule configuration d'écoulement : l'interaction d'une couche limite avec une encoche (plus ou moins profonde), configuration caractéristique de nombreuses applications que ce soit dans les transports terrestres (toit ouvrant, césure de portière, interstices inter-wagons ou cavité de rangement de pantographe) ou dans le domaine de l'environnement (rue canyon, par exemple). Le premier objectif concerne la caractérisation des structures cohérentes à travers l'analyse des mesures expérimentales pour une meilleure connaissance de la dynamique des écoulements transitionnels et turbulents, dans un but de modélisation de ces structures et de leurs échanges énergétiques, principalement dans le cadre de la LES (modélisations de sous-maille).

Ces développements expérimentaux ont pour originalité d'être conduits en étroite collaboration avec les modélisations et simulations réalisées au sein du groupe. Dans cette démarche de comparaison expérience-calcul pour les écoulements où coexistent des macro structures instationnaires voire turbulentes, la confrontation des résultats ne peut se réduire à une simple comparaison

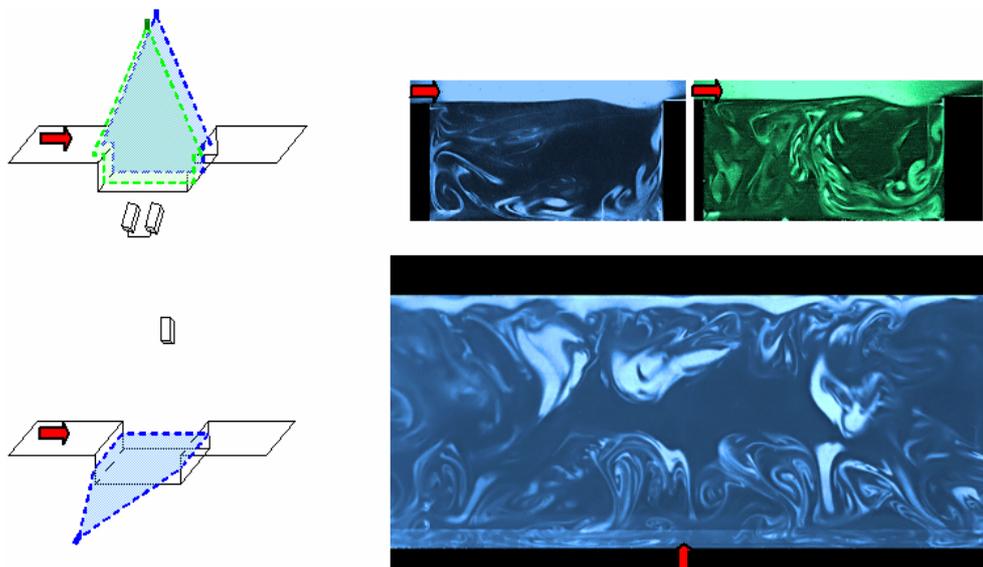


*LES de l'interaction d'une couche limite avec une cavité : visualisation des iso contours du critère  $Q$  pour une vitesse extérieure  $U_e = 1,21 \text{ m.s}^{-1}$*

quantitative du vecteur vitesse en fonction du temps et de la position. Les non linéarités, la sensibilité aux conditions initiales qui en résulte, les hypothèses de modélisation et les limites métrologiques, imposent le développement d'approches variées pour différents critères de validations.

Bien que les caractéristiques temporelles et spatiales soient, le plus souvent, deux facettes d'un même phénomène, il peut être utile de distinguer la validation des caractéristiques dynamiques de celle de la topologie des structures en mouvement. La première procède de [l'évaluation des moments statistiques, des propriétés spectrales jusqu'à la mise en œuvre d'outils de la théorie des systèmes dynamiques non-linéaires](#). Pour ce dernier point, le recrutement de L. Pastur en tant que MdC Paris XI est d'ailleurs d'un grand intérêt. La deuxième concerne le problème de la séparation des divers types de structures qui passe, le plus souvent, par [la séparation non triviale des différentes échelles](#). Dans le cadre de la configuration étudiée, nous nous sommes donc intéressés aux mécanismes des interactions tourbillonnaires qui pilotent le confinement du fluide dans la cavité. L'idée est alors d'orienter les études vers une approche de contrôle des structures tourbillonnaires en vue de maîtriser les échanges cavité-écoulement affleurant. Néanmoins, pour accéder à des mesures expérimentales de grande qualité, il est sans cesse nécessaire de repousser les limites métrologiques ; c'est ce qui constitue le deuxième objectif de ce thème. La métrologie privilégiée dans notre groupe est la Vélocimétrie par Image de Particules (PIV). L'originalité de notre approche est la détermination du champ de vitesse à travers un algorithme de « flot optique », initialement développé au LIMSI par G. Quénot. Pour ce qui concerne les aspects méthodologiques, nous avons participé à « PIV Challenge 2004 » afin de valider cette méthode de flot optique, en comparaison aux méthodes dites « classiques ». [Les résultats ont montré que le flot optique s'avère particulièrement efficace dans les zones de forts gradients](#) (notamment en proche paroi), ce qui est un point essentiel pour la détection et la qualification des structures cohérentes.

L'effort de développement de ces années a également visé à étendre la mesure des champs de vitesse par PIV 2D à une mesure de la troisième composante. De plus, nos travaux, toujours en collaboration avec G. Quénot (IMAG, Grenoble), pour le développement d'une approche PIV 3D par flot optique ont déjà conduit à une méthode originale de calibration, permettant ainsi d'identifier sur une seule image de mire l'ensemble des paramètres définissant la transformée projective de la prise de vue. Ces développements doivent être poursuivis pour accéder à des mesures in situ et ainsi accéder à des comparaisons plus complètes avec les simulations numériques. Par ailleurs, grâce aux très bons résultats de validation, la méthode de flot optique



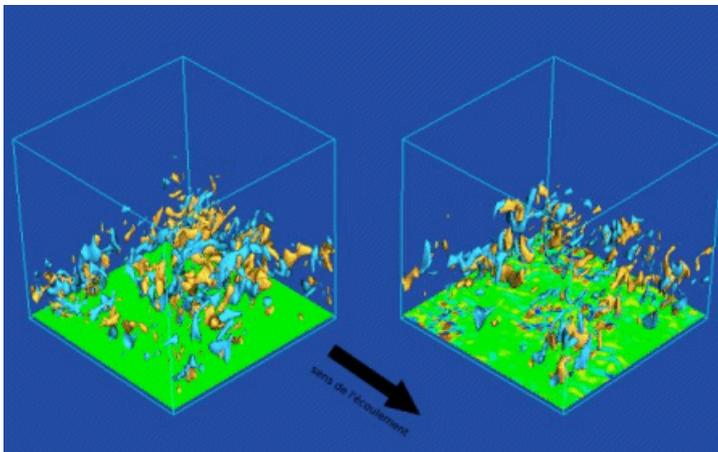
*Interaction d'une couche limite avec une cavité : visualisations par 2 plans laser parallèles, distants de 3cm (en haut) et un plan horizontal (en bas) pour une vitesse extérieure  $U_e = 1,21 \text{ m.s}^{-1}$*

a été appliquée dans le cadre de la [PIV grands champs](#) qui est un des enjeux en aérodynamique automobile pour mieux appréhender les écoulements complexes autour d'un véhicule complet, afin de mieux étudier la participation de chaque élément du véhicule à la génération de tourbillons contribuant, pour une grande partie, à la traînée. Dans ce cadre, nous participons au CNRT « Aérodynamique et Acoustique des véhicules terrestres » en collaboration avec le CORIA de Rouen.

## Thème Manipulation et contrôle des écoulements

B. Podvin, L. Mathelin, G. Fournier, L. Lorang-VoDinh, L. Pastur, S. Pellerin, L. Ta Phuoc

Grâce à la miniaturisation des technologies de commande, le contrôle des écoulements en régime turbulent devient accessible et possède de nombreuses potentialités applicatives. Le but recherché dans le contrôle est, bien entendu, l'amélioration des écoulements en terme de gain d'énergie (réduction de traînée, augmentation de la portance, amélioration du mélange ou des transferts...). Depuis quelques années, nous avons souhaité porter un effort de recherche important dans cette voie pour mettre en œuvre et fournir les outils nécessaires au contrôle opéré par voie numérique. Nous continuons les études déjà entreprises sur la mise en œuvre de la manipulation et du contrôle des écoulements sur deux applications : la première concerne le contrôle de la turbulence en zone de proche paroi, la seconde est relative à la manipulation des instationnarités autour de corps épais. Les techniques de contrôle reposent la plupart du temps sur des méthodes de prédiction à temps court à partir de modèles réduits. Ces modèles sont généralement basés sur l'évolution de systèmes dynamiques qui doivent être fiables et robustes pour fournir une prédiction fidèle de l'écoulement à contrôler. C'est, en particulier, dans ce créneau de recherche que de nouvelles études sont apparues ces dernières années autour des activités de L. Mathelin (CR2) et L. Pastur (MdC), tous deux recrutés dans les deux dernières années.



*Effet du contrôle par soufflage aspiration sur la paroi basse d'un canal plan turbulent ( $Rt \# 280$ ) : visualisation de deux iso-contours de la vorticité  $(0,2 ; 0,2)$  et du plan de contrôle (vitesse normale à la paroi), obtenus par DNS, à gauche sans contrôle et à droite avec le contrôle, déduit des données de simulation du cisaillement pariétal.*

- **Manipulation d'écoulements autour de corps épais :** Cette étude est relative au contrôle des écoulements décollés autour de corps épais. Il s'agit alors d'évaluer les techniques de contrôle pour l'amélioration des performances aérodynamiques (augmentation de la portance, diminution de la traînée). A partir de Simulations des Grandes Échelles, deux moyens de contrôle (rotation ou aspiration) sont successivement appliqués dans le cas de l'écoulement autour d'un cylindre. Dans un souci de validation, [les résultats de simulation, avec un dispositif d'aspiration, sont comparés à des résultats expérimentaux obtenus au LEA de Poitiers \(J. Tensi\), avec un accord satisfaisant](#). Des solutions mixtes de manipulation, alliant aspiration et position d'un volet, ont également été testées car elles correspondent au cas de la propulsion par Turbovoiles (comme sur l'Alcyon).
- **Contrôle de la turbulence de paroi :** le but est ici de mettre en œuvre une stratégie, « réalisable », du contrôle de couche limite turbulente de plaque plane afin d'obtenir une réduction de traînée de frottement significative. L'idée est alors de coupler une technique statistique d'identification de structures énergétiques (POD : Décomposition Orthogonale aux Valeurs Propres) à une stratégie de contrôle par action à la paroi (soufflage/aspiration). L'étude est effectuée à partir de Simulations Numériques Directes (DNS) d'un canal plan « minimum ». L'influence de certains paramètres de soufflage/aspiration a été étudiée, en particulier, l'influence de l'espacement des actionneurs sur la réduction de traînée. [Des résultats très encourageants sont obtenus puisque des gains de traînée de plus de 15% sont enregistrés](#). Cette étude doit être poursuivie afin d'améliorer la technique de prise d'information : meilleure corrélation entre frottement pariétal et événement turbulent (utilisation d'un réseau de neurones) et influence du contrôle sur les modes POD.
- **Réduction de systèmes dynamiques et contrôle robuste :** Dans un processus de contrôle avec boucle de rétroaction, il est nécessaire de connaître l'évolution des événements à temps courts. Dans cette étude, plusieurs techniques sont développées et comparées afin de prédire à un horizon temporel ( $T$ ) l'évolution des quantités par des modèles à faible nombre de degrés de liberté pour limiter les temps de prédiction. La première repose sur une décomposition POD de l'écoulement de base. [La prédiction à un horizon temporel \( \$T\$ \) des coefficients temporels de cette décomposition est effectuée par une technique de « Mapping », qui fournit de bons résultats sur l'écoulement autour d'un cylindre à un nombre de Reynolds modéré](#). Les autres techniques

d'obtention des modèles réduits sont basées sur des systèmes dynamiques obtenus soit par projection de Galerkin des équations de Navier-Stokes sur les modes POD, soit par identification des coefficients du système (d'une forme établie) aux coefficients de la POD, ou encore par intégration d'un réseau de neurones. Pour des temps d'intégration courts (adéquats dans le cas du contrôle en boucle fermée), [ces techniques donnent des résultats assez similaires dans le cas du développement d'une couche de mélange temporelle](#). Par ailleurs, nous travaillons également sur la robustesse du contrôle optimal en tenant compte de l'incertitude des paramètres de Reynolds modéré en utilisant un contrôle par soufflage/aspiration à la paroi. [Le contrôle optimal est obtenu en minimisant une fonction objectif qui intègre l'incertitude sur les paramètres de l'écoulement \(ici, sur le nombre de Reynolds\), rendant ainsi le contrôle moins dépendant de l'écoulement de base](#). Cette approche est sans nul doute une piste très intéressante afin de prendre en compte le contrôle dans l'établissement des bases POD.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Jean-Luc	Guermond	Ch.	DR2	CNRS
François	Lusseyran	Ch.	CR1	CNRS
Lionel	Mathelin	Ch.	CR2	CNRS
Bérengère	Podvin	Ch.	CR1	CNRS
Denise	Sciamarella	Ch.	CR2	CNRS
Loc.	Ta Phuoc	Ch.	DR2	CNRS
Christian	Tenaud	Ch.	CR1	CNRS
Virginie	Daru	Ens-Ch	MC	ENSAM
Thierry	Faure	Ens-Ch	MC	Paris VI
Luc	Pastur	Ens-Ch	MC	Paris XI
Stéphanie	Pellerin	Ens-Ch	MC	Paris XI

### Doctorants

Prénom	Nom	Établissement d'inscription	École Doctorale
Linda	Bentaleb	Paris VI	SMAE
Guillaume	Fournier	Paris VI	SMAE
Li	Lorang Vo Dinh	Paris VI	SMAE

## Participation à des instances

### Instances d'évaluation ou d'expertise

- J.-L. Guermond est membre du comité international d'organisation de la conférence ECCOMAS 2006
- J.-L. Guermond est également éditeur associé de « International Journal of Numerical Analysis and Modeling »

### Instances d'administration de la recherche

#### Au niveau national

- Nous sommes présents dans diverses Commissions de Spécialistes : S. Pellerin et F. Lusseyran sont membres de la CSE 60-62<sup>ème</sup> sections de l'Université Paris XI. V. Daru est membre élu de la section 10 du Comité National et C. Tenaud est membre élu du Conseil Scientifique du Département Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) du CNRS.

## Au niveau international

- C. Tenaud est secrétaire du pôle France West ERCOFTAC et représentant de ce pôle au Scientific Program Committee
- J.L. Guermond est membre du Comité Exécutif du Department of Mathematics, Texas A&M University (TAMU), College Station Texas

## Enseignement et diffusion des connaissances

### Activités ou responsabilités d'enseignement liées à la recherche

- Le groupe comprend 4 Enseignants Chercheurs : V. Daru (MC, ENSAM, Paris), T. Faure (MC, Paris VI), L. Pastur (MC, Paris XI) et S. Pellerin (MC, Paris XI)
- Les chercheurs participent aux enseignements de différents Master 2 Recherche : Sciences De l'Ingénieur de l'UPMC, Paris VI (J.-L. Guermond, C. Tenaud), Dynamique des Fluides et des Transferts, co-habilité Paris VI et Paris XI (C. Tenaud, F. Lusseyran), Mécanique-Energétique de l'Université de Nancy, Fluides Atmosphères et Plasmas de l'Université d'Orléans (F. Lusseyran)
- Nous intervenons dans l'enseignement de quelques Grandes Écoles : ENSTA et ENPC (J. L. Guermond)
- Le groupe accueille régulièrement des stagiaires de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycles des Universités et des Grandes Écoles

### Organisation de colloques

- Écoles de printemps de Mécanique des Fluides Numérique de 2003 (8<sup>ème</sup> édition à Fréjus) et de 2005 (9<sup>ème</sup> édition à Roscoff) : J.-L. Guermond et C. Tenaud sont responsables de l'organisation

### Participation à des séminaires

- S. Pellerin est co-responsable de l'organisation des séminaires de Mécanique du Plateau d'Orsay

### Actions de vulgarisation

- Nous accueillons régulièrement des groupes de collégiens et de lycéens dans le cadre de journées de sensibilisation aux sciences
- Un livre d'enseignement de niveau 3<sup>ème</sup> cycle est paru ayant pour titre : « Éléments finis » : théorie, applications, mise en œuvre » (J.-L. Guermond)

## Collaborations de Recherche

### Au niveau national

- Le groupe participe aux travaux de plusieurs GDR : GDRE Mécanique des Fluides Numérique (C. Tenaud), Contrôle des décollements (S. Pellerin, B. Podvin, C. Tenaud), Turbulence (F. Lusseyran, C. Tenaud)
- Nous entretenons un réseau de collaborations avec divers laboratoires et institutions : avec SINUMEF (ENSAM) dans le domaine des méthodes de haute précision pour les fluides compressibles et pour le calcul d'écoulements compressibles instationnaires (V. Daru, C. Tenaud) ; avec l'ONERA, pour les recherches sur les techniques de couplage de méthode pour la modélisation de la turbulence ; avec le LEA/CEAT de Poitiers, le LEMTA de Nancy et le LML de Lille dans le domaine de la génération de conditions instationnaires (C. Tenaud, Y. Fraigneau) dans le cadre du programme ANR non thématique (CALINS) ; avec le LML de Lille, LEA/CEAT de Poitiers sur les modèles de paroi, dans le cadre du STREP WALLTURB ; avec le LEA/CEAT de Poitiers dans le domaine de la manipulation des écoulements autour de corps épais (S. Pellerin, L. Ta Phuoc) ; avec le CERMICS de l'ENPC (J.-L. Guermond) ; avec le CEA sur les méthodes de viscosité de sous-maille (J.-L. Guermond) ; avec le LMEE, Université d'Évry dans le domaine du contrôle robuste et la propagation d'incertitudes ; avec le CLIPS-IMAG de Grenoble sur les développements de la « PIV par flot optique utilisant une programmation dynamique » ; avec le LMF de Nantes sur le couplage non zonal RANS/LES dans le cadre du GDRE MFN
- L. Ta Phuoc est Conseiller Scientifique à l'ONERA

### Au niveau international

- Le groupe entretient des relations suivies avec des instituts ou des personnalités étrangères : le Department of Fluid Mechanics de Technical University of Denmark ; the University of Texas, Austin, USA ; the Texas A&M University, Station College, USA ; le Dipartimento di Ingegneria

Aerospaziale du Politecnico di Milano (Professeur invité : L. Quartapelle) ; M.J. Safi, ENIT, Tunis, Tunisie ; H. Laatar et A. El Gafsi, Université de Tunis, Tunisie ; H. Ksibi, Université de Sfax, Tunisie ; A. Beghidja, Université Mentouri, Constantine, Algérie ; S.C.R. Dennis, Université de Waterloo, Canada ; K.N. Ghia, Université de Cincinnati, USA ; C. Dalton, Université de Houston, USA ; J. Shen, Université d'Orlando, USA, qui a bénéficié d'un poste en accueil CNRS ; P. Minev, University of Alberta, Edmonton, Canada ; Bojan Popov, Math. Dept., Texas A&M, Station College, USA ; Tomazs Kowalewski, Center of Mechanics and Information Technology, Polish Academy of Sciences, Warszawa dans le cadre d'un projet Franco-Polonais PAN-CNRS ; M. Breuer, Université d'Erlangen, Allemagne dans le cadre du GDRE MFN ; L. Oliveira-Da silva, Université de Coïmbra, Portugal, qui a bénéficié d'un mois de Professeur invité UPMC, Paris VI ; G. B. Mindlin, Université de Buenos Aires, Argentine

- J.-L. Guermond est actuellement en détachement au Department of Mathematics, Texas A&M University (TAMU), College Station Texas

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

- Nous sommes soutenus par la DGA et Dassault-Aviation via l'ONERA/DSNA dans le domaine de la génération des conditions instationnaires pour du couplage de méthodes en simulation numérique d'écoulements instationnaires turbulents (contrat pluriannuel)
- Le groupe a été financé par 9 contrats ou conventions de recherche pendant la période 2003-2005: ONERA/DGA ; Renault SA (Regenov) ; Programme Supersonique du MRT ; École Navale de Brest ; CNRT-R2A ; STREP-CEE (WALLTURB) ; ANR, non thématique (CALINS) ; POPAART (contrat Franco-Allemand)
- Nous travaillons avec la SNECMA, EDF et ALSTOM dans le cadre du réseau CIRT (convention de recherche)
- Une convention de collaboration a été passée avec l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay pour une étude sur l'Écoulement 3D dans une structure d'échangeur thermique

## Tableau des contrats

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/04/2005	31/03/2009	Wallturb	STREP	UE	57 583 €	Podvin Bérengère	Contrat avec la commission européenne
06/03/2000	05/03/2003	LES en turbomachines		SNECMA	43 636 €	Tenaud Christian	Collaboration de recherche
30/08/2001	31/08/2004			ENSAM	-	Guermond Jean-Luc	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/10/2004	IPN		CNRS	-	Gougat Pierre	Collaboration de recherche
26/04/2002	25/08/2004			ENST BRETAGNE	-	Viney Benjamin	Collaboration de recherche
10/10/2002	09/10/2004	Supersonique	FRT	MENRT	39 716 €	Tenaud Christian	Collaboration de recherche
01/01/2004	31/12/2004	PLIV		CNRT-R2A	23 500 €	Lusseyran François	Collaboration de recherche
01/07/2004	01/07/2007			Regienov	23 200 €	Ta Phuoc Loc	Collaboration de recherche
01/01/2005	31/12/2008	POPAART		CNRS- MAE	2 500 €	Sciamarella Denisse	Collaboration de recherche
15/03/2005	15/11/2006	CACV		ONERA	33 750 €	Tenaud Christian	Collaboration de recherche
01/12/2005	30/11/2008	CALINS	Prog non thématique	ANR	99 422 €	Tenaud Christian	Collaboration de recherche
15/12/2005	15/12/2008	CoRSAIRe	ARA MDMSA	ANR	130 000 €	Bourdot Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2006	DRI Pologne		CNRS / Académie polonaise des sciences (PAN)	12 000 €	Le Quééré Patrick	Autre
25/09/2001	23/09/2004			INPG	7 622 €	Guermond Jean-Luc	Autre

## Valorisation et transfert

- Transfert d'un logiciel à l'INPG, Grenoble à des fins de recherche (J.-L. Guermond). Le logiciel comprend deux modules : (i) un mailleur et (ii) un code Magnéto Thermique
- Dépôt du logiciel « Opflow » (logiciel de vélocimétrie par image de particules – PIV) chez un notaire. Dépôt également d'un dossier de valorisation en cours d'examen pour la diffusion sous licence du logiciel chez un industriel de métrologie

## Production scientifique

### Thèses

1. Fournier, G., Contrôle de l'écoulement décollé autour de profils épais par la simulation des grandes échelles. Thèse Doct Sciences Mécaniques, Acoustique et Électronique, Université Paris 6/LIMSI, Orsay (2005).
2. Tenaud, C., *Contribution à la simulation numérique des écoulements à haut nombre de Reynolds. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2005).*

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Appert, C., C. Tenaud, X. Chavanne, S. Balibar, F. Caupin, and D. d'Humières, *Non-linear effects and shock formation in the focusing of a spherical acoustic wave*. European Physical Journal B, 2003. **35**: 4, 531-549.
2. Bario, F., T.M. Faure, E. Jondeau, J.L. Normand, and J.M. Nguyen Duc, *Analysis of inducer recirculating inlet flow*. Journal of Propulsion and Power, 2003. **19**: 4, 521-528.
3. Bejanov, B., J.-L. Guermond, and P.D. Minev, *A locally DIV-free projection scheme for incompressible flows based on non-conforming finite elements*. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 2005. **49**: 5, 549-568.
4. Bortolozzo, U., L. Pastur, and P.L. Ramazza, *Bistability between different localized structures in nonlinear optics*. Physical Review Letters, 2004. **93**: n°25, ref. 253901.
5. Cadiou, A. and C. Tenaud, *Implicit WENO shock capturing scheme for unsteady flows. Application to one-dimensional Euler equations*. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 2004. **45**: 2, 197-229.

6. Cortis, A., D.M.J. Smeulders, J.-L. Guermond, and D. Lafarge, *Influence of pore roughness on high-frequency permeability*. Physics of Fluids, 2003. **15**: 6, 1766-1775.
7. Daru, V. and C. Tenaud, *High order one-step monotonicity-preserving schemes for unsteady compressible flow calculations*. Journal of Computational Physics, 2004. **193**: 2, 563-594.
8. Ern, A. and J.-L. Guermond, *Accurate numerical simulation of radiative heat transfer with application to crystal growth*. International journal for numerical methods in engineering, 2004. **61**: 4, 559-583.
9. Faure, T., H. Miton, and N. Vassilieff, *A laser Doppler anemometry technique for Reynolds stresses measurement*. Experiments in fluids, 2004. **37**: 3, 465-467.
10. Fournier, G., S. Pellerin, and L. Ta Phuoc, *Contrôle par rotation ou par aspiration de l'écoulement autour d'un cylindre calculé par simulation des grandes échelles*. Comptes Rendus Mecanique, 2005. **333**: 3, 273-278.
11. Guermond, J.-L., J.T. Oden, and S. Prudhomme, *An interpretation of the Navier-Stokes-alpha model as a frame-indifferent Leray regularization*. Physica D, 2003. **177**: 1-4, 23-30.
12. Guermond, J.-L. and J. Shen, *Velocity-correction projection methods for incompressible flows*. SIAM Journal on Numerical Analysis, 2003. **41**: 1, 112-134.
13. Guermond, J.-L. and P.D. Minev, *Mixed finite element approximation of an MHD problem involving conducting and insulating regions : the 3D case*. Numerical Methods for Partial Differential Equations, 2003. **19**: 6, 709-731(November 2003).
14. Guermond, J.-L. and P.D. Minev, *Analysis of a projection/characteristic scheme for incompressible flow*. Communications in Numerical Methods in Engineering, 2003. **19**: 7, 535-550.
15. Guermond, J.-L., J. Léorat, and C. Nore, *A new finite element method for magneto-dynamical problems : two-dimensional results*. European Journal of Mechanics B/Fluids, 2003. **22**: 6, 529-638.
16. Guermond, J.-L. and J. Shen, *A new class of truly consistent splitting schemes for incompressible flows*. Journal of Computational Physics, 2003. **192**: 1, 262-276.
17. Guermond, J.-L. and S. Prudhomme, *Mathematical analysis of a spectral hyperviscosity LES model for the simulation of turbulent flows*. ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2003. **37**: 6, 893-908.
18. Guermond, J.-L., J.T. Oden, and S. Prudhomme, *Mathematical perspectives on large eddy simulation models for turbulent flows*. Journal of Mathematical Fluid Mechanics, 2004. **6**: 1, 194-248.
19. Guermond, J.-L. and J. Shen, *On the error estimates for the rotational pressure-correction projection methods*. Mathematics of Computation, 2004. **73**: 248, 1719-1737.
20. Guermond, J.-L., *A finite element technique for solving first-order PDEs in  $L_p$* . SIAM Journal on Numerical Analysis, 2004. **42**: 2, 714-737.
21. Guermond, J.-L., P.D. Minev, and J. Shen, *Error analysis of pressure-correction schemes for the time-dependent stokes equations with open boundary conditions*. SIAM Journal on Numerical Analysis, 2005. **43**: 1, 239-258.
22. Guermond, J.-L. and S. Prudhomme, *On the construction of suitable solutions to the Navier-Stokes equations and questions regarding the definition of large eddy simulation*. Physica D, 2005. **207**: 1-2, 64-78.
23. Guermond, J.-L., *Nonstandard nonconforming approximation of the stokes problem, I : periodic boundary conditions*. International Journal of Numerical Analysis and Modeling, 2005. **2**: 3, 345-354.
24. Guermond, J.-L., *Les solutions éléments finis des équations de Navier-Stokes périodiques en dimension trois sont «appropriées»*. Comptes Rendus Mathématique, 2005. **341**: 8, 491-496.
25. Lusseyran, F., B. Izrar, C. Audemar, and S. Skali-Lami, *Time-space characteristics of stratified shear layer from UVP measurements*. Experiments in Fluids, 2003. **35**, 32-40.
26. Mathelin, L., M.Y. Hussaini, T.A. Zang, and F. Bataille, *Uncertainty propagation for a turbulent, compressible nozzle flow using stochastic methods*. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004. **42**: 8, 1669-1676.
27. Moussa, B.A., H. Ksibi, C. Tenaud, and M. Baccar, *Paramètres géométriques de contrôle de la détente d'un fluide supercritique*. International Journal of Thermal Sciences, 2005. **44**: 8, 774-786.
28. Ndoumbe, S., F. Lusseyran, and B. Izrar, *Contribution à la modélisation d'un film annulaire tombant*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Série Mécanique, 2003. **331**: n, °2, 173-178.
29. Pastur, L., S. Boccaletti, and P.L. Ramazza, *Detecting local synchronization in coupled chaotic systems*. Physical Review E, 2004. **69**: n°3, ref. 036201, 4 pages.
30. Pastur, L., L. Gostiaux, U. Bortolozzo, S. Boccaletti, and P.L. Ramazza, *Experimental targeting and control of spatiotemporal chaos in nonlinear optics*. Physical Review Letters, 2004. **93**: n°6, ref 063902, 4 pages.
31. Pastur, L., U. Bortolozzo, and P.L. Ramazza, *Transition to space-time chaos in an optical loop with translational transport*. Physical Review E, 2004. **69**: n°1, ref 16210, 6 pages.
32. Pomeau, Y. and D. Sciamarella, *An unfinished tale of nonlinear PDEs : do solutions of 3D incompressible Euler equations blow-up in finite time?* Physica D : Nonlinear Phenomena, 2005. **205**: 1-4, 215-221.
33. Ramazza, P.L., U. Bortolozzo, and L. Pastur, *Phase singularities in triangular dissipative solitons*. Journal of Optic A : pure and applied optics, 2004. **6**: 5, 266-270.
34. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro, *On the acoustic sensitivity of a symmetrical two-mass model of the vocal folds to the*

variation of control parameters. *Acta Acustica*, 2004. **90**: 4, 746-761.

35. Settou, N. and B. Viney, *An advanced design method for propellers behind bodies of revolution*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Série Mécanique*, 2003. **331**: n, °2, 157-163.

36. Shin, S., S.I. Abdel-Khalik, V. Daru, and D. Juric, *Accurate representation of surface tension using the level contour reconstruction method*. *Journal of Computational Physics*, 2005. **203**: 2, 493-516.

37. Tenaud, C., S. Pellerin, A. Dulieu, and L. Ta Phuoc, *Large eddy simulations of a spatially developing incompressible 3D mixing layer using the v-w formulation*. *Computers & Fluids*, 2005. **34**: 1, 67-96.

38. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré, *Numerical simulations of natural convection around a line-source*. *International journal of numerical methods for heat and fluid flow*, 2004. **14**: 7, 830-850.

39. Zhu, J., J.-L. Guermond, A.F.D. Loula, and L. Quartapelle, *3D vector poisson-like problem with a triplet of intrinsic scalar boundary conditions*. *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 2003. **13**: 12, 1725-1743.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Ern, A. and J.-L. Guermond, *Theory and practice of finite elements*. 2004. Springer, New York, New York.

## Conférences à comité de lecture

1. Bentaleb, L., C. Tenaud, and O. Roussel. *Adaptive multiresolution methods for the simulation of shocks/shear layer interaction in confined flows*. in *ENUMATH 2005. The Sixth European Conference on Numerical Mathematics and Advanced Applications*. 2005. Santiago de Compostela, Spain. pp 8.

2. Daru, V. and C. Tenaud. *Simulation numérique de l'interaction choc réfléchi - couche limite en fondde tube à choc*. in *16eme Congrès Français de Mécanique. Association Française de Mécanique*. 2003. Nice, France. pp 6.

3. Daru, V. and C. Tenaud. *Numerical simulation of the shock wave boundary layer intercation in a shock tube by using a high resolution monotonicity-preserving scheme*. in *ICCFD3. Third International Conference on Computational Fluid Dynamics*. 2004. Toronto, Canada. pp 6.

4. Daru, V., M.-C. Duluc, D. Juric, and P. Le Quéré. *A numerical model for the simulation of liquid-vapor phase change in an enclosure*. in *ICCHMT 2005. 4th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer*. 2005. Cachan, France. pp 4.

5. Daru, V., M.-C. Duluc, O. Le Maitre, D. Juric, and P. Le Quéré. *Simulation numérique d'écoulements liquide vapeur faiblement compressibles*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.

6. Daru, V., Y. Fraigneau, and C. Tenaud. *Comportement d'un schéma à capture de choc de haute précision en simulation des grandes échelles*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.

7. Faure, T., F. Lusseyran, P. Gougat, and F. Launay. *Exploration de l'écoulement dans un échangeur de chaleur tubulaire par vélocimétrie par images de particules*. in *9ème Congrès Francophone de Vélocimétrie Laser. AFVL, IVK, ULB*. 2004. Bruxelles, Belgique. pp 8.

8. Faure, T., P. Debesse, F. Lusseyran, and P. Gougat. *Structures tourbillonnaires engendrées par l'interaction entre une couche limite laminaire et une cavité*. in *FLUVISU11. Colloque de Visualisation et de Traitement d'Images en Mécanique des Fluides*. 2005. Lyon, France. pp 7.

9. Fournier, G., S. Pellerin, L. Ta Phuoc, S. Bourgois, J. Tensi, and R. El Jabi. *Wall suction influence on the flow around a cylinder in laminar wake configuration by Large Eddy Simulation and experimental approaches*. in *39 ème colloque d'aérodynamique appliquée : contrôle des écoulements. Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF)*. 2004. Paris, France. pp 5.

10. Fournier, G., S. Pellerin, and L. Ta Phuoc. *Contrôle de l'écoulement turbulent incompressible autour d'un cylindre circulaire par la Simulation des Grandes Echelles*. in *16eme Congrès Français de Mécanique. Association Française de Mécanique*. 2003. Nice, France. pp 6.

11. Fournier, G., S. Pellerin, L. Ta Phuoc, S. Bourgois, J. Tensi, and R. El Jabi. *Control by suction of an incompressible flow past a circular cylinder : comparison between experimental and LES results*. in *2nd AIAA Flow Control Conference*. 2004. Portland, Oregon. pp 10.

12. Fournier, G., S. Pellerin, and L. Ta Phuoc. *Contrôle par aspiration pariétale de l'écoulement turbulent autour d'un profil NACA0012 en forte incidence*. in *40e Colloque d'Aérodynamique Appliquée : Aérodynamique Instationnaire. AAAF*. 2005. Toulouse, France. Communication orale.

13. Fraigneau, Y. and C. Tenaud. *Générateur de conditions aux limites amont pour les simulations de type LES des écoulements en turbulence établie*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.

14. Juric, D., V. Daru, and M.-C. Duluc. *Simulation d'écoulements liquide-gaz à l'intérieur d'une cavité chauffée*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 95-100.

15. Juric, D., P. Le Quéré, V. Daru, and M.-C. Duluc. *On the numerical simulation of two phase liquid-vapor phenomena*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.

16. Lehugeur, B., P. Gilliéron, and L. Ta Phuoc. *Characterization of longitudinal vortices in the wake of a simplified car model*. in *23rd AIAA Applied Aerodynamics Conference*. 2005. Toronto, Canada. pp 17.

17. Lusseyran, F., T. Faure, C. Eschenbrenner, and Y. Fraigneau. *Shear layer instability and frequency modes inside an open*

- cavity. in *ICTAM 2004. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
18. Mathelin, L., E.de Langre, and F. Biolley. *Vortex-induced vibrations and waves in shear flow*. in *FIV 2004. 8th International Conference on flow-induced vibrations.Ecole Polytechnique*. 2004. Paris, France. pp 6.
19. Mindlin, G.B., R. Laje, and D. Sciamarella. *Complexity in birdsong production*. in *ICVPB 2004. International Conference on Voice Physiology and Biomechanics*. 2004. Marseille, France. pp 2.
20. Nolin, G., I. Mary, and L. Ta Phuoc. *Méthode de couplage RANS/LES pour la simulation d'écoulements transitionnels et turbulents*. in *40e Colloque D'Aérodynamique Appliquée : Aérodynamique Instationnaire. AAAF*. 2005. Toulouse, France. Communication orale.
21. Nolin, G., Y. Mary, and L. Ta Phuoc. *RANS Eddy viscosity reconstruction from LES flows field for turbulent boundary layers*. in *17th AIAA Computational Fluid Dynamics Conference*. 2005. Toronto, Canada. pp 17.
22. Nolin, G., Y. Mary, and L. Ta Phuoc. *RANS field reconstruction in zonal RANS/LES coupling*. in *ERCOFTA Workshop : direct an large-Eddy simulation - 6*. 2005. Poitiers, France. pp 152-153.
23. Robinet, J.C., V. Daru, and C. Tenaud. *Two-dimensional laminar shock wave boundary layer interaction*. in *BAIL 2004. An International Conference on Boundary and Interior Layers-Computational & Asymptotic Methods*. 2004. Toulouse, France. pp 6.
24. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Reproducing laryngeal mechanisms with a two-mass model*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
25. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Stylization of glottal-flow spectra produced by a mechanical vocal-focal model*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
26. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré. *Etude numérique et expérimentale de la convection naturelle externe autour d'un fil chauffant*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6..

## Congrès sans actes, workshops

1. Daru, V. and C. Tenaud. *Unsteady computations of compressible flow problems by using a high order shock capturing*. in *5th European Fluid Mechanics Conference*. 2003. Toulouse, France.
2. Daru, V. and C. Tenaud. *High-order one-step schemes for unsteady compressible flow problems*. in *Euromech 446*. 2003. Darmstadt, Germany.
3. Laguerre, R., C. Nore, J. Léorat, and J.-L. Guermond. *Approximation of the magneto-hydrodynamic equations with a new spectral-FEM method*. in *DFD05. The 2005 APS Division of Fluid Dynamics 58th Annual Meeting*. 2005. Chicago.
4. Mathelin, L. and O. Le Maître. *Robust optimal control of fluid flow*. in *6th SIAM Conference on control and its applications*. 2005. New Orleans, LA.
5. Sciamarella, D. *Le non linéaire et la production vocale*. in *Rencontre du non linéaire 2004. Université Paris-Sud*. 2004. Paris, France. pp 6.
6. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Acoustic sensitivity of a symmetrical two-mass model of the vocal folds to physiologic control parameters*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique (CFA) et 30ème congrès de la Société Allemande d'Acoustique (DAGA)*. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
7. Fournier, G., S. Pellerin, and L. Ta Phuoc. *Control by suction on a cylinder using LES at Re=100.000*. 1st European Forum on Flow Control. Laboratoire d'Etudes Aérodynamiques (LEA) 2004. Poitiers, France.
8. Lusseyran, F., P. Gougat, T. Faure, Y. Fraigneau, and B. Podvin. *Structures spatiales et modes Fourier dans une cavité en interaction avec une couche limite*. Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau. Université Paris-Sud 2003. Orsay, France.

LAURETTE TUCKERMAN

## Introduction

Les écoulements hydrodynamiques qui sont la cible de recherche de ce groupe résultent principalement de deux origines : un chauffage différentiel, un cisaillement ou une rotation différentielle. Le groupe s'intéresse plus particulièrement à la dynamique de ces écoulements, à leurs instabilités, ainsi qu'à leurs régimes transitionnels et turbulents.

La convection thermique est importante, tant pour ses applications pratiques que pour les questions fondamentales qu'elle soulève. Les applications des études menées dans le groupe concernent principalement la croissance cristalline, la thermique de l'habitat et la réfrigération. Parmi les questions plus fondamentales, un type de question s'intéresse à la validité de la modélisation physique, par exemple, des déviations de l'approximation de Boussinesq, la modélisation de discontinuités à une surface, ou le rôle du rayonnement aux parois. Un autre type de question touche à la théorie des systèmes dynamiques : la convection peut être interprétée en utilisant des idées de la théorie des bifurcations et, historiquement, a été une source principale des nouveaux développements théoriques dans ce domaine. Finalement, des gradients thermiques peuvent être si importants que la convection devient turbulente. Les travaux du groupe Convection et Rotation abordent la convection sous ces différents aspects : modélisation physique, théorie des bifurcations et turbulence, applications industrielles.

Les écoulements pilotés par le cisaillement ou la rotation constituent l'autre sujet étudié par les membres du groupe. Un problème privilégié est l'écoulement engendré par la rotation différentielle des deux disques d'une cavité cylindrique. Il est surprenant de constater que cette configuration fondamentale a été très peu étudiée antérieurement et son comportement est inexploré dans une grande partie de l'espace des paramètres. L'étude d'un autre écoulement, celui de Couette plan, pourrait apporter des éléments de compréhension de la transition vers la turbulence dans les conduites. Ces recherches sont effectuées, tout d'abord, par l'intégration temporelle des systèmes d'équations, dans la plupart des cas celles de Navier-Stokes ou de Boussinesq. Ensuite des méthodologies permettant d'utiliser des programmes d'intégration temporelle pour effectuer d'autres tâches, notamment le calcul d'états stationnaires par la méthode de Newton et l'analyse de leur stabilité linéaire par la méthode d'Arnoldi, sont souvent utilisées pour compléter l'analyse.

## Présentation de la recherche

### Thème Convection thermique

*P. Le Quéré, A. Sergent, L. Tuckerman, C. Weisman, S. Xin*

L'étude de la convection thermique a débuté il y a un siècle. Cependant, de nouvelles découvertes se font encore et restent à faire. Des exemples sont le motif choisi au seuil par la convection en cavité cylindrique, ou encore, à l'autre extrême du nombre de Rayleigh, les statistiques et lois d'échelles de la convection turbulente.

### Cavité différentiellement chauffée et convection de Rayleigh-Bénard

*S. Xin, L. Tuckerman, P. Le Quéré*

S. Xin, avec P. Le Quéré et X. Nicolas (LETEM, Marne-la-Vallée), étudie les effets combinés d'un gradient thermique vertical (convection de Rayleigh-Bénard, avec comme paramètre de contrôle le nombre de Rayleigh  $Ra$ ) et d'un gradient de pression horizontal (écoulement de Poiseuille, avec comme paramètre de contrôle le nombre de Reynolds  $Re$ ). Le premier but est de comparer la stabilité d'écoulements 2D contenant des rouleaux longitudinaux vis-à-vis de perturbations 2D et 3D. Les écoulements 2D de base sont calculés par la méthode de Newton et le calcul de stabilité linéaire est effectué par méthode d'Arnoldi. Dans une cavité différentiellement chauffée, ils trouvent que les perturbations les plus dangereuses sont soit

oscillantes et 2D soit stationnaires et 3D. Ce travail a été soutenu par un Programme Pluri-Formations de l'Université Pierre et Marie Curie impliquant également le FAST et fait l'objet d'une page de présentation.

S. Xin, avec P. Le Quéré et H. Wang, a aussi effectué une des premières simulations de l'effet du rayonnement des surfaces sur la convection naturelle, en 2D et en 3D. Ils trouvent que les profils, les seuils et les transferts sont modifiés sensiblement et permettent de résoudre une longue controverse sur la valeur de la stratification thermique dans une cavité différentiellement chauffée de grande dimension. Ce travail est soutenu par l'ACI COCORAPHA du programme Énergie en collaboration avec le LET, le LEPTAB, le LETEM et EM2C. Il fait l'objet d'une page de présentation.

L. Tuckerman et K. Boronska ont étudié les bifurcations secondaires dans la convection de Rayleigh-Bénard en géométrie cylindrique. Dans une expérience antérieure avec un rapport d'aspect 2, nombre de Prandtl 6.7 et nombre de Rayleigh vers  $10^4$ , 5 motifs stationnaires différents avaient été observés. Boronska et Tuckerman ont réussi à reproduire tous ces motifs et ont aussi trouvé des nouveaux états instationnaires, tel qu'un rouleau tournant dont la forme en S occupe le cylindre entier. Ce travail fait l'objet d'une page de présentation.

## Convection non-Boussinesq

*C. Weisman, P. Le Quéré*

La majorité des études de convection thermique utilisent l'approximation de Boussinesq, où toutes les propriétés physiques du fluide sont supposées uniformes et constantes, mis à part une dépendance linéaire de la densité en température dans le terme moteur de la poussée d'Archimède. En conséquence, le fluide peut être considéré comme effectivement incompressible. Cette approximation n'est valable que lorsque les variations de température sont petites. P. Le Quéré a écrit un code qui met en oeuvre le modèle de Paolucci, intermédiaire en complexité entre l'approximation de Boussinesq et les équations compressibles complètes. Un benchmark avait été initialisé à la journée d'étude au CEA Saclay en 2000 par P. Le Quéré et H. Paillère dans le but de comparer différents algorithmes pour aborder ces situations, en formulation compressible ou en formulation « bas Mach ». Il a été réactualisé lors du workshop de Porquerolles en juin 2004, et des solutions de référence ont été publiées.

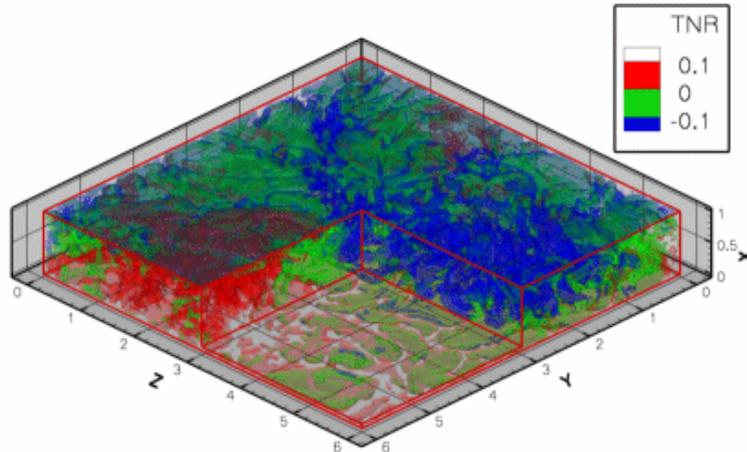
C. Weisman a repris l'étude de la transition à l'instationnaire en convection non-Boussinesq et elle a mis en évidence un rapport de forme pour lequel la transition diffère du cas Boussinesq. Pour des rapports de forme de 1 à 4, et de 6 à 10, le premier mode d'instabilité est une bifurcation de Hopf supercritique, de type « ressaut hydraulique » ou de type « couche limite », comme dans l'approximation Boussinesq. Par contre, pour un rapport de forme de 5, la transition est sous-critique, avec un premier mode d'instabilité qui semble hybride. Une méthode d'analyse de stabilité pseudo-linéaire, utilisant le code non-linéaire, a été mise en oeuvre et a permis de confirmer partiellement ces résultats, mais n'est pas complètement achevée.

Ce code, qui permet le traitement d'obstacles solides, a également été utilisé dans le cadre de la thèse de P. Duthil pour modéliser un élément unitaire d'un stack et prédire le gradient de température dans le solide résultant de l'oscillation thermoacoustique.

## Convection turbulente

A. Sergent, Y. Fraigneau, P. Le Quéré

La turbulence peut être engendrée par un gradient de température intense. Les lois d'échelles de cette turbulence, surtout la dépendance du nombre de Nusselt (mesurant le transport de chaleur par le mouvement) avec le nombre de Rayleigh (mesurant le gradient thermique imposé), ont été le sujet de diverses études et controverses au cours du dernier demi-siècle. A. Sergent, avec P. Le Quéré et P. Joubert (LEPTAB, Université de la Rochelle), a simulé la convection turbulente avec une approche de type modélisation de sous-maille originale, où les flux de chaleur et les flux d'énergie cinétique sont modélisés indépendamment. Les résultats préliminaires, obtenus sur la configuration de Rayleigh Bénard ainsi qu'en cavité différentiellement chauffée,



Simulation LES d'une couche fluide chauffée par dessous. Instantané du champ de température :  $Ra=2 \cdot 10^7$ ,  $Pr=0.71$

montrent un meilleur accord avec des simulations complètes (DNS) et les expériences que les simulations LES classiques et RANS. Il reste toutefois à déterminer si cette amélioration résulte d'un choix approprié des paramètres des simulations numériques ou bien de la modélisation physique de sous-maille.

Une partie de ce savoir faire en matière de simulation d'écoulements de convection naturelle en régime transitionnel et turbulent est intégré au code OLORIN développé par Y. Fraigneau de la cellule CIGITA. Ces capacités prédictives sont utilisées dans le cadre de relations partenariales ou contractuelles. Un exemple concerne les calculs effectués avec l'IPN dans la double enveloppe d'un cylindre horizontal modélisant le détecteur ATLAS du CERN, prenant en compte la conduction anisotrope dans l'épaisseur des parois. Ce calcul, effectué sur l'IDRIS, a nécessité 3000h de CPU sur le NEC SX5 de l'IDRIS. Un travail en cours concerne le projet MAEVA II, avec l'ONERA et AIRBUS, pour simuler les échanges dans des cavités contenant des éléments chauffés.

## Thème Convection thermocapillaire et thermosolutale

C. Delcarte, G. Kasperski, G. Labrosse, L. Martin-Witkowski

La convection thermique usuelle est engendrée par un gradient de densité piloté par un gradient thermique. Mais la convection peut aussi être produite par un gradient de tension superficielle (piloté par un gradient thermique) ou encore par un gradient de concentration dans un mélange (convection thermosolutale). Ces formes de convection ont des applications importantes. Elles ont beaucoup de points en commun avec la convection thermique, mais présentent aussi des aspects différents : une surface libre dans le cas thermocapillaire, compétition entre effets thermiques et solutaux dans le cas thermosolutal.

### Convection thermocapillaire

C. Delcarte, G. Kasperski, G. Labrosse, L. Martin-Witkowski

De nombreux procédés de croissance cristalline reposent sur un transport convectif en phase fluide avec le constat bien connu que le caractère instationnaire de la convection peut conduire à des inhomogénéités et striations du cristal qui sont peu souhaitables. Même en absence de convection due à des différences de

densité (convection de Rayleigh-Bénard), la convection peut être engendrée par des variations de tension superficielle (convection de Marangoni ou thermocapillaire). Dans ce contexte, la convection est étudiée avec la motivation de l'éviter ou de la réduire. Dans la technique de zone flottante, une source de chaleur est translaturée verticalement le long d'une colonne cylindrique maintenue par la tension superficielle et qui se solidifie pour former un cristal.

L. Martin-Witkowski, avec J.S. Walker (UIUC), a étudié l'effet de la rotation sur ce procédé, en particulier la brisure d'axisymétrie en fonction du nombre de Reynolds et du nombre de Marangoni. O. Bouizi, C. Delcarte et G. Kasperski ont étudié les transitions de l'état axisymétrique vis-à-vis de perturbations 3D en fonction des nombres de Prandtl et de Marangoni. G. Kasperski, O. Bouizi et C. Delcarte ont développé une méthode, basée sur les équations adjointes, afin de déterminer les zones les plus sensibles du pont liquide aux perturbations. C. Delcarte et G. Kasperski s'intéressent à la singularité à une jonction solide/fluide. Travaillant avec eux, S. Nguyen a étudié des modèles physiques de la ligne de contact, qui seraient mieux justifiés qu'un filtrage uniquement numérique ou mathématique.

## Thème Écoulements rotatifs et cisailés

*O. Daube, I. Delbende, P. Le Quéré, L. Martin-Witkowski, C. Nore, L. Tuckerman, S. Xin*

Un autre moteur générant des instabilités est le cisaillement, soit dû à une rotation différentielle, soit à une translation différentielle. L'étude de ces écoulements s'est beaucoup intensifiée ces dernières années.

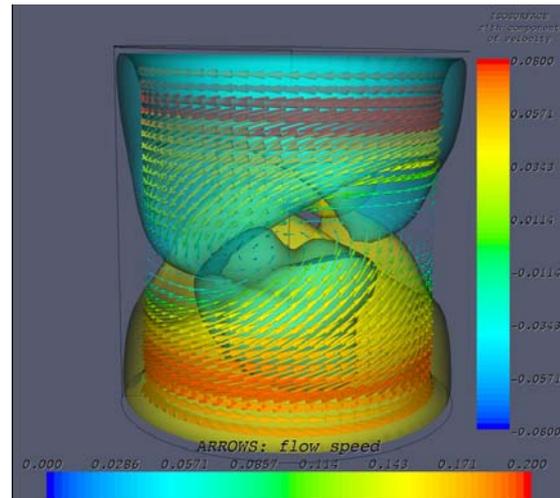
### Écoulements inter-disques

*C. Nore, O. Daube, P. Le Quéré, L. Martin-Witkowski, L. Tuckerman, S. Xin*

Une configuration très riche du point de vue de sa dynamique est l'écoulement entre deux disques qui tournent tous les deux à la même vitesse dans des directions opposées, et dont le diamètre est égal à la hauteur, mettant en concurrence les modes avec nombre d'onde azimutal  $m=1$  et  $m=2$ . Motivé au départ par des études à des nombres de Reynolds élevés de la turbulence et de la dynamo magnétique, le comportement tridimensionnel de cet écoulement à des bas nombres de Reynolds était resté jusqu'à récemment relativement inexploré. C. Nore, avec L. Tuckerman et S. Xin, ont effectué une analyse de bifurcation complète de ce cas, ainsi qu'une étude de stabilité linéaire, en utilisant un code écrit par O. Daube (LIMSI et LME, Evry). C. Nore a continué ses études précédentes sur cet écoulement, un cas particulier de l'écoulement de von Kármán. Les cycles quasi-hétéroclines qu'elle avait calculés numériquement ont fait l'objet d'une vérification expérimentale avec Moisy (FAST) et Quartier (LPS-ENS). Le bruit numérique ou expérimental ne permet pas d'observer des cycles hétéroclines véritables, pour des raisons qui restent obscures. Ceci est une des premières observations expérimentales de ce phénomène et fait l'objet d'une page de présentation.

Des études d'autres cas de l'écoulement de von Kármán sont aussi en cours. L. Martin-Witkowski, avec ses collaborateurs, a proposé une approximation semi-analytique du cas exactement contra-rotatif avec grand diamètre. D'autres études par Nore et Martin-Witkowski concernent la compétition entre instabilités axisymétriques et non-axisymétriques.

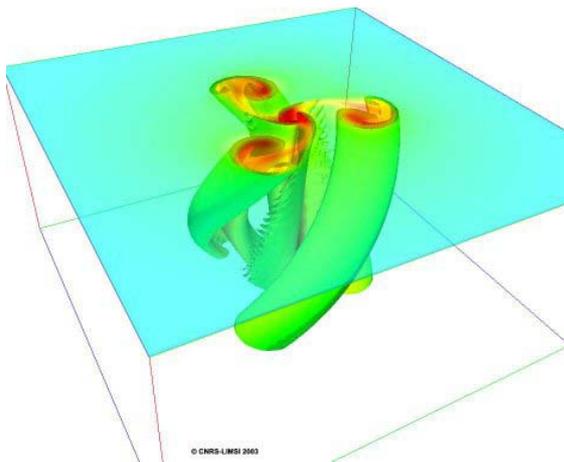
*Écoulement de von Kármán exactement contrarotatif à  $Re=750$ . État stationnaire découvert par Nore et al. issu d'une bifurcation avec un nombre d'onde azimutal égal à 2. La figure est issue d'une simulation effectuée par P. Boronski. Elle montre une isosurface de vitesse verticale moyenne ; les flèches indiquent la direction du champ de vitesse.*



## Écoulements tourbillonnaires

### I. Delbende

I. Delbende, avec M. Rossi (LMM-Paris 6), a étudié les instabilités de vortex, dans les configurations de structure isolée ou de deux vortex contra-rotatifs comme dans le sillage des avions. Ils s'attachent à décrire par DNS comment les instabilités qui s'y développent sont affectées par la présence d'écoulements axiaux au sein des vortex, et à étudier leur saturation par les effets non linéaires. Par exemple, ils ont mis en évidence, pour un tourbillon isolé de Batchelor, trois régimes de saturation, dont un se caractérise par l'éjection spectaculaire de paires de vortex hélicoïdaux. Ils écrivent aussi un code en coordonnées hélicoïdales afin de tirer des résultats plus quantitatifs de cette étude.



*Un jet tourbillonnaire à faible taux de rotation ( $swirl \sim 0.4$ ) peut se diviser en éjectant des paires de vortex contra-rotatifs hélicoïdaux, ici en vert, au nombre de 3. La surface semi-transparente du plan supérieur est colorée par l'intensité de la vitesse. Simulation numérique effectuée sur le supercalculateur NEC SX5 de l'IDRIS-CNRS.*

## Magnétohydrodynamique (MHD)

### C. Nore, L. Tuckerman, L. Martin-Witkowski avec J.-L. Guermond

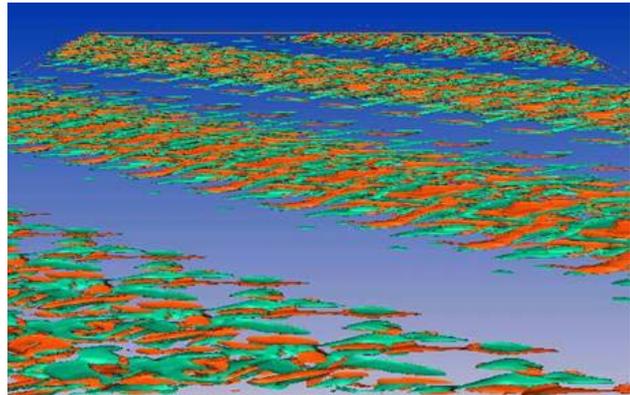
Divers travaux de nature numérique ont été réalisés par ce groupe en magnétohydrodynamique. C. Nore, J.-L. Guermond (Texas A&M, LIMSI), J. Léorat (Observatoire de Meudon) et R. Laguerre travaillent sur la construction d'un code utilisant les éléments finis dans les plans méridionaux et les séries de Fourier dans la direction azimutale. P. Boronski, sous la direction de L. Tuckerman, a écrit un code pseudo-spectral utilisant une décomposition poloïdale-toroïdale dans un cylindre fini. Des expériences sont en cours au site de Cadarache du CEA par une équipe dirigée par S. Fauve de l'ENS et par F. Daviaud du CEA-Saclay dont le but est de générer une dynamo auto-entretenu : des champs magnétique et de vitesse qui interagissent pour s'entretenir mutuellement, explication couramment donnée pour l'existence du champ magnétique de la

terre. Un des buts du développement des outils numériques est de mener des simulations en rapport avec ces expériences.

## Écoulements de Couette plan

*L. Tuckerman*

L'écoulement de Couette plan est analogue à celui de von Kármán en étant généré, non pas par la rotation différentielle de deux disques, mais par la translation différentielle de deux plaques parallèles. Bien qu'il soit inconditionnellement linéairement stable, l'écoulement de Couette plan, comme d'autres écoulements dans les conduites et les tuyaux, subit une transition brutale vers la turbulence tridimensionnelle, dont même les mécanismes de base restent mystérieux. Des expériences récentes menées par O. Dauchot et A. Prigent au CEA-Saclay ont mis en évidence un état singulier des écoulements de Couette plan et de Couette cylindrique (généré par la rotation différentielle de deux cylindres). Dans les deux cas, un motif en bandes alternées entre régions turbulentes et laminares apparaît à un nombre de Reynolds bien défini. Ce motif présente une longueur d'onde et un angle avec l'écoulement principal qui dépend systématiquement du nombre de Reynolds. L. Tuckerman, avec D. Barkley de l'Université de Warwick, effectue des simulations numériques de cet état de turbulence en bandes. La difficulté de ces simulations est la même que celle rencontrée dans les expériences : la longueur d'onde du motif est très grande, allant jusqu'à 60 fois la distance entre les plaques. Ce travail fait l'objet d'une page de présentation.



*Simulations numériques d'un écoulement de Couette plan à  $Re=350$  montrant la coexistence de bandes obliques turbulentes et laminares en accord avec les observations expérimentales de Prigent et Dauchot (GIT, CEA Saclay). On visualise ci dessus les isosurfaces de vortacité longitudinale. Les calculs ont été effectués sur la machine parallèle de l'IDRIS.*

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Patrick	Le Quéré	Ch	DR1	CNRS
Laurette	Tuckerman	Ch	DR2	CNRS
Claudine	Dang Vu	Ens-Ch	Pr1	Paris XI
Olivier	Daube	Ens-Ch	Pr1	IUT Evry
Ivan	Delbende	Ens-Ch	MC	Paris VI
Guillaume	Kasperski	Ens-Ch	MC	Paris XI
Gérard	Labrosse	Ens-Ch	Pr1	Paris XI
Laurent	Martin-Witkowski	Ens-Ch	MC	Paris VI
Caroline	Nore	Ens-Ch	MC	Paris XI
Anne	Sergent	Ens-Ch	MC	Paris VI
Catherine	Weisman	Ens-Ch	MC	Paris VI
Shihe	Xin	Ens-Ch	MC	Paris XI

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Ludovic	Cortada	Paris XI	Physique Macro
Vladimir	Delgado Martinez	Paris XI	SMAE
Raphaël	Laguerre	Paris VI	SMAE
Alexis	Redondo	Paris VII	Physique Macro
Pham Minh Hieu	Tran	Paris XI	Physique Macro

## Participation à des instances

### Instances d'administration de la recherche

- I. Delbende est membre élu du conseil d'UFR Mécanique-Energétique-Robotique de Paris VI
- C. Nore est membre nommé au CNU section 60 et membre nommé au Conseil de Laboratoire du LIMSI
- P. Le Quéré est conseiller du Directeur Scientifique du département SPI
- P. Le Quéré représente le CNRS dans le conseil d'administration de l'ONERA, de la Fondation EADS, de la Fondation Aéronautique et Espace
- P. Le Quéré est membre du conseil pédagogique de l'école doctorale SMAE. Il est membre du conseil scientifique de l'Ecole Doctorale Physique Macroscopique co-habillée PVII, PXI, ESPCI
- P. Le Quéré est membre élu du conseil d'UFR Mécanique-Energétique- Robotique de Paris VI
- O. Daube est membre élu de la section 10 du Comité National
- P. Le Quéré est président de la Commission d'Evaluation des Chercheurs de l'INRETS
- P. Le Quéré est membre du conseil scientifique du CNRT R2A

## Enseignement et diffusion des connaissances

- I. Delbende, L. Martin Witkowski, A. Sergent et C. Weisman enseignent à l'Université de Paris VI.
- C. Dang Vu, G. Kasperski, G. Labrosse, C. Nore et S. Xin enseignent à l'Université de Paris XI.
- L. Tuckerman enseigne à l'Ecole Polytechnique

- C. Nore est responsable de la Maîtrise de Mécanique Paris XI, et du Master M1 de la mention Mécanique Physique d'Orsay. Elle est également directrice adjointe de l'Ecole Doctorale « Physique Macroscopique » cohabilitée P7, P11, ESPCI
- C. Delcarte est responsable du Master de Mécanique Physique de PXI et de la Spécialité professionnelle « Acoustique physique, Dynamique des Fluides, Fluides complexes » cohabilitée avec PVII
- G. Labrosse est responsable du parcours « Dynamique des fluides » du master recherche de Mécanique-Physique de Paris-XI
- P. Le Quéré est co-responsable, avec D. Gobin (FAST), du parcours « Physique et Dynamique des transferts » du Master Recherche de l'Université Paris-VI. I. Delbende, A. Sergent, C. Weisman, M.C. Duluc, M. Pons y interviennent

## Animation scientifique

- L. Tuckerman organise chaque année la Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau, qui rassemble les chercheurs travaillant en dynamique des fluides dans les laboratoires voisins sur le plateau (FAST, LadHyX, CEA, LPS, PMMH)

## Collaborations de recherche

### Internationales

G. Labrosse a des collaborations avec E. Leriche et M. Deville du Laboratoire d'Ingénierie Numérique de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne sur les modes propres de Stokes et les modèles visco-élastiques, avec R. Narayanan du département de Chemical Engineering de l'Université de Floride sur les instabilités interfaciales et avec D. Crunkleton du département de Chemical Engineering de l'Université de Tulsa sur les instabilités en transport ionique dans les électrolytes solides.

L. Tuckerman et C. Weisman participent à une collaboration CNRS/Royal Society avec D. Barkley de l'Université de Warwick sur la complexité spatio-temporelle dans des écoulements bi- et tri-dimensionnels.

L. Tuckerman fait partie du topical team Geoflow de l'European Space Agency

L. Martin-Witkowski entretient une collaboration avec le Pr. Walker (Urbana Champaign) sur les écoulements inter-disques. Cette collaboration a été soutenue par l'accord cadre CNRS-UIUC. Il collabore également avec B. Houchens (Rice University).

P. Le Quéré entretient une collaboration avec l'équipe du Pr. A. Belguith (Lab. transferts thermiques) de la faculté des sciences de Tunis sur la modélisation et la simulation d'écoulements de convection naturelle et mixte à haut nombre de Rayleigh.

### Nationales

Le groupe intervient dans plusieurs réseaux nationaux :

- Réseau AMETH
- GdR Turbulence
- GdR Dynamo

Les collaborations suivantes ont donné lieu à des publications communes :

- S. Xin, A. Sergent et P. Le Quéré collaborent avec F. Penot (LET) et P. Joubert (LEPTAB)
- S. Xin collabore avec X. Nicolas (LETEM) et S. Mergui (FAST) sur Poiseuille-Rayleigh-Bénard
- C. Nore collabore avec F. Moisy (FAST), L. Quartier (LPS) sur les écoulements contra-rotatifs
- C. Nore collabore avec J. Léorat (Observatoire de Meudon) sur la MHD
- C. Nore collabore avec M.E. Brachet (LPS) sur les équations shallow water
- I. Delbende collabore avec M. Rossi (LMM) sur les instabilités de jets tournants
- P. Le Quéré entretient une collaboration avec S. Blancher et R. Creff (LATEP, Université de Pau) sur les instabilités hydrodynamiques dans des canaux ondulés
- P. Le Quéré a collaboré avec H. Paillère (CEA/DEN/SMMT) pour l'organisation du benchmark sur la convection non-Boussinesq

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

- P. Le Quéré est responsable du projet COCORAPHA de l'ACI du programme énergie. Il est responsable d'une convention avec PCA (thèse CIFRE de L. Cortada), et responsable d'une convention de recherche (projet MAEVA II) avec l'ONERA
- G. Labrosse est responsable d'une convention de recherche avec le CEA sur la simulation de l'instabilité de Rayleigh-Taylor

### Tableau des contrats

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/01/2002	31/12/2004		PPF	Université Paris VI	26 754 €	Le Quéré Patrick	Collaboration de recherche
07/04/2003	06/09/2003			CEA	4 599 €	Dang Vu Claudine	Collaboration de recherche
01/06/2004	30/06/2007	Cocorapha	Programme interdisciplinaire Energie	MENRT	37 000 €	Le Quéré Patrick	Collaboration de recherche
15/10/2004	14/10/2006	MAEVA 2		ONERA	85 000 €	Le Quéré Patrick	Collaboration de recherche
08/03/2005	07/03/2007			PCA	30 000 €	Le Quéré Patrick	Collaboration de recherche
01/11/2005	31/10/2006			CEA	50 044 €	Labrosse Gérard	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2005	Urbana Champaign		Urbana Champaign-CNRS	10 000 €	Le Quéré Patrick	Autre
01/01/2001	31/12/2006	DRI Pologne		CNRS / Académie polonaise des sciences (PAN)	12 000 €	Le Quéré Patrick	Autre
01/01/2004	31/12/2005			CNRS/Royal Society	7500 €	Tuckerman Laurette	Collaboration

## Production scientifique

### Thèses

1. Boronska, K., *Motifs tridimensionnels dans la convection de Rayleigh-Bénard cylindrique*. Thèse Doct Physique, Université Paris 7/LIMSI, Orsay (2005).
2. Boronski, P., *Méthode des potentiels poloidal-toroidal appliquée à l'écoulement de Von Karman en cylindre fini*. Thèse Doct Mécanique, Polytechnique/LIMSI, Orsay (2005).
3. Bouizi, O., *Instabilités 3D de convection thermocapillaire en zone-flottante*. Thèse Doct Mécanique des Fluides, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).
4. Joly, F., *Convection thermique d'un fluide binaire en cavité allongée*. Thèse Doct, Université /LIMSI, Orsay (2003).
5. Nguyen, S., *Dynamique d'une interface en présence d'une singularité de contact solide/fluide*. Thèse Doct Physique Astrophysique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2005).
6. Nore, C., *Turbulence superfluide. Instabilités hydrodynamiques et magnétohydrodynamiques*. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).
7. Ould Moustapha, A.S., *Etude numérique du développement de panaches thermiques en milieux confinés : application à la sécurité incendie*. Thèse Doct, Mécanique des fluides, Université Paris 6/LIMSI, Orsay (2004).
8. Xin, S., *Etudes numériques de la convection naturelle en cavité et des problèmes connexes*. Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2005).

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Abid, M., C. Huepe, S. Metens, C. Nore, C.T. Pham, L.S. Tuckerman, and M.E. Brachet, *Gross-Pitaevskii dynamics of Bose-Einstein condensates and superfluid turbulence*. Fluid Dynamics Research, 2003. **33**: 5-6, 509-544.
2. Barkley, D. and L.S. Tuckerman, *Computational study of turbulent laminar patterns in Couette flow*. Physical Review Letters, 2005. **94**: 1, 014502\_1-014502\_4.
3. Benjaoui, A., X. Nicolas, and S. Xin, *Efficient vectorized finite-difference methods to solve incompressible N-S equations for*

- 3D mixed convection flows in high aspect-ratio channels. Numerical Heat Transfer Part. B, 2004. **48**: 3, 277-302.
4. Blancher, S., R. Creff, and P. Le Quéré, *Analysis of convective hydrodynamic instabilities in a symmetric wavy channel*. Physics of fluids, 2004. **16**: 10, 3726-3737.
5. Bouterra, M., A. El Cafsi, A. Belghith, and P. Le Quéré, *Etude de l'effet de la stratification thermique sur la dispersion d'un polluant autour d'un obstacle*. Revue des Energies Renouvelables, 2003. **6**: 1, 53-68.
6. de Gasowski, G., S. Xin, and O. Daube, *Bifurcations et solutions multiples en cavité 3D différenciellement chauffée*. Comptes Rendus Mécanique, 2003. **331**: 10, 705-711.
7. Delbende, I., T. Gomez, C. Josserand, C. Nore, and M. Rossi, *Various aspects of fluid vortices*. Comptes Rendus Mécanique, 2004. **332**: 9, 767-781.
8. Delbende, I. and M. Rossi, *Nonlinear evolution of a swirling jet instability*. Physics of Fluids, 2005. **17**: n°4, 044103.
9. Delgado, V., G. Kasperski, and G. Labrosse, *Spectrally accurate numerical incompressible flows with deformed boundaries : a finite volume preconditioning method*. Journal of Computational and Applied Mathematics, 2004. **168**: 1-2, 145-154.
10. Duluc, M.-C., S. Xin, and P. Le Quéré, *Transient natural convection and conjugate transients around a line heat source*. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2003. **46**: 2, 341-354.
11. Duthil, P., C. Weisman, E. Bretagne, and M.X. François, *Experimental and numerical investigation of temperature differences within a thermoacoustic cell*. The International Journal of Transport Phenomena, 2004. **6**: 4, 8 pages.
12. Guermond, J.-L., J. Léorat, and C. Nore, *A new finite element method for magneto-dynamical problems : two-dimensional results*. European Journal of Mechanics B/Fluids, 2003. **22**: 6, 529-638.
13. Huepe, C., L.S. Tuckerman, S. Metens, and M.E. Brachet, *Stability and decay rates of nonisotropic attractive Bose-Einstein condensates*. Physical Review A, 2003. **68**: 2, ref 023609 1-13.
14. Joubert, P., P. Le Quéré, C. Beghein, B. Colligan, S. Couturier, S. Glockner, D. Groleau, P. Lubin, M. Musy, A. Sergent, and S. Vincent, *A numerical exercise for turbulent natural convection and pollutant diffusion in a two-dimensional partially partitioned cavity*. International Journal of Thermal Sciences, 2005. **44**: 4, 311-322.
15. Labrosse, G., *Free convection of binary liquid with variable Soret coefficient in thermogravitational column : the steady parallel base states*. Physics of Fluids, 2003. **15**: 9, 2694-2727.
16. Le Quéré, P., C. Weisman, H. Paillère, J. Vierendeels, E. Dick, R. Becker, M. Braack, and J. Locke, *Modelling of natural convection flows with large temperature differences : a Benchmark problem for low mach number solvers. Part 1. Reference solutions*. ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2005. **39**: 3, 609-616.
17. Leriche, E. and G. Labrosse, *Stokes eigenmodes in square domain and the stream function-vorticity correlation*. Journal of computational physics, 2004. **200**: 2, 489-511.
18. Leriche, E. and G. Labrosse, *Fundamentals stokes eigenmodes in the square : which expansion is more accurate, Chebyshev or Reid-Harris?* Numerical Algorithms, 2005. **38**: 1, 111-131.
19. Ma, N., J.S. Walker, and L. Martin-Witkowski, *Combined effects of rotating magnetic field and rotating system on the thermocapillary instability in the floating zone crystal growth process*. Journal of heat transfer, 2004. **126**: 2, 230-235.
20. Mambole, A., G. Labrosse, E. Tric, and L. Fleitout, *Linear stability of a double diffusive layer of an infinite prandtl number fluid with temperature-dependent viscosity*. Studia Geophysica et Geodaetica, 2004. **48**: 3, 519-537.
21. Millour, E. and G. Labrosse, *Sensitivity of binary liquid thermal convection to confinement*. Physics of Fluids, 2003. **15**: 10, 2791-2802.
22. Millour, E., G. Labrosse, and E. Tric, *Axisymmetric convective states of pure and binary liquids enclosed in a vertical cylinder and boundary conditions' influence thereupon*. Physics of Fluids, 2005. **17**: 4-044102.
23. Nguyen, S. and C. Delcarte-Dang Vu, *A spectral collocation method to solve Helmholtz problems with boundary conditions involving mixed tangential and normal derivatives*. Journal of computational physics, 2004. **200**: 1, 34-49.
24. Nore, C., L.S. Tuckerman, O. Daube, and S. Xin, *The 1:2 mode interaction in exactly counter-rotating von Karman swirling flow*. Journal of Fluid Mechanics, 2003. **477**: 5, 1-58.
25. Nore, C., M. Tartar, O. Daube, and L.S. Tuckerman, *Survey of instability thresholds of flow between exactly counter-rotating disks*. Journal of fluid mechanics, 2004. **511**, 45-65.
26. Nore, C., F. Moisy, and L. Quartier, *Experimental observation of near-heteroclinic cycles in the von Karman swirling flow*. Physics of Fluids, 2005. **17**: 6-064103.
27. Pabiou, H., X. Nicolas, S. Xin, and S. Mergui, *Observations d'une instabilité convective apparaissant sous la forme de rouleaux sinueux dans un écoulement de Poiseuille-Rayleigh-Bénard*. Mécanique & Industries, 2003. **4**: 5, 537-543.
28. Paillère, H., P. Le Quéré, C. Weisman, J. Vierendeels, E. Dick, M. Braack, F. Dabbene, A. Beccantini, E. Studer, T. Kloczko, and C. Corre, *Modelling of natural convection flows with large temperature differences : a Benchmark problem for low mach number solvers. Part 2. Contributions to the June 2004 Conference*. ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2005. **39**: 3, 617-621.
29. Pham, C.T., C. Nore, and M.E. Brachet, *Boundary layers in Gross-Pitaevskii superflow around a disk*. Comptes Rendus Physique, 2004. **5**: 1, 3-8.
30. Pham, C.T., C. Nore, and M.E. Brachet, *boundary layers and emitted excitations in nonlinear Schrödinger superflow past a disk*. Physica D : Nonlinear Phenomena, 2005. **210**: 3-4, 203-226.

31. Pham, C.T., C. Nore, and M.E. Brachet, *Critical speed for capillary-gravity surface flows in the dispersive shallow water limit*. Physics of Fluids, 2005. **17**: 6-062104.
32. Salat, J., S. Xin, P. Joubert, A. Sergent, F. Penot, and P. Le Quéré, *Experimental and numerical investigation of turbulent natural convection in a large air-filled cavity*. International journal of heat and fluid flow, 2004. **25**: 5, 824-832.
33. Sergent, A., P. Joubert, and P. Le Quéré, *Development of a local subgrid diffusivity model for large-eddy simulation of buoyancy-driven flows : application to a square differentially heated cavity*. Numerical Heat Transfer Part. A, 2003. **44**: 8, 789-810.
34. Tao, J., P. Le Quéré, and S. Xin, *Spatio-temporal instability of the natural-convection boundary layer in thermally stratified medium*. Journal of Fluid Mechanics, 2004. **518**: 3, 63-379, November 2004.
35. Tao, J., P. Le Quéré, and S. Xin, *Absolute and convective instabilities of natural convection flow in boundary-layer regime*. Physical Review E : Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics, 2004. **70**: 6-066311.
36. Walker, J.S., L. Martin-Witkowski, and B.C. Houchens, *Effects of a rotating magnetic field on the thermocapillary instability in the floating zone process*. Journal of Crystal Growth, 2003. **452**: 1-3, 413-423.
37. Walker, J.S. and L. Martin-Witkowski, *Linear stability analysis for a rotating cylinder with a rotating magnetic field*. Physics of fluids, 2004. **16**: 7, 2294-2299.
38. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré, *Numerical simulations of natural convection around a line-source*. International journal of numerical methods for heat and fluid flow, 2004. **14**: 7, 830-850.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Barkley, D. and L.S. Tuckerman, *Turbulent-laminar patterns in plane Couette Flow*, in *IUTAM Symposium on laminar turbulent transition and finite amplitude solutions*, T. Mullin and R. Kerswell, Editors. 2005. Springer, Dordrecht. 107-127.
2. Chénier, E., C. Delcarte-Dang Vu, G. Kasperski, and G. Labrosse, *Thermocapillary flows and vorticity singularity, in Interfacial fluid dynamics and transport processes*, R. Narayanan and D. Schwabe, Editors. 2003. Springer, Berlin. 176-199.
3. Dang Vu-Delcarte, C., *Normal forms and bifurcations of vector fields*, in *Chaos in automatic control*, W.W. Perruquetti and P. Barbot, Editors. 2005. CRC Press, Cambridge, UK. 31.
4. Le Quéré, P., E. Gadoin, O. Daube, S. Xin, and L.S. Tuckerman, *A general methodology for studying the hydrodynamic stability of flows in enclosures*, in *Coupling of fluids, structures and waves in aeronautics*, N.G. Barton and J. Périaux, Editors. 2003. Springer, Berlin. 38-55.

## Conférences à comité de lecture<sup>4</sup>

1. \* Barkley, D. and L.S. Tuckerman. *Turbulent-laminar patterns in plane Couette flow*. in *IUTAM Symposium on Non-Uniqueness of Solutions to the Navier-Stokes Equations and their Connection with Laminar-Turbulent Transition*. 2004. Bristol, United Kingdom.
2. Barkley, D. and L.S. Tuckerman. *Computational study of turbulent-laminar bands in Couette flow*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
3. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Standing and traveling waves in Rayleigh-Bénard convection in cylindrical geometry*. in *13th International Couette Taylor Workshop*. 2003. Barcelona, Spain. pp 4.
4. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Ondes stationnaires et progressives dans la convection de Rayleigh-Bénard cylindrique*. in *16ème Congrès Français de Mécanique. Association Française de Mécanique*. 2003. Nice, France. pp 6.
5. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Multiplicity of patterns in cylindrical convection*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
6. Boronski, P. and L.S. Tuckerman. *Poloidal-toroidal decomposition in cylindrical von Karman flow*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
7. Bouafia, M. *Convection naturelle à grands écarts de température autour d'un obstacle chauffé en cavité rectangulaire*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 325-330.
8. Bouizi, O., C. Dang Vu-Delcarte, and G. Kasperski. *Seuils de transition 2D/3D de la convection thermocapillaire en zone flottante*. in *16ème Congrès Français de Mécanique. Association Française de Mécanique*. 2003. Nice, France. pp 6.
9. Bouizi, O. and C. Dang Vu-Delcarte. *Localisation des zones sensibles aux perturbations en zone flottante par laméthode de l'adjoint*. in *SFT 2003. Congrès Français de Thermique 2003*. 2003. Grenoble, France. pp 6.
10. Bouizi, O., C. Dang Vu-Delcarte, and G. Kasperski. *Sensitive regions and optimal perturbations in the floating zone using the adjoint system*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
11. Bouizi, O., C. Dang Vu-Delcarte, and G. Kasperski. *Thermocapillary flows stability in floating zone under microgravity*. in *ISTP 16. The Sixteenth International Symposium on Transport Phenomena*. 2005. Prague, Czech Republic. pp 2.
12. Delgado, V., G. Kasperski, and G. Labrosse. *Spectral numerical experiments with deformed free surface : thermocapillary convection in liquid bridge*. in *5th International Conference on Single Crystal Growth and Heat and Mass Transfer*. 2003. Obninsk, Russia. pp 603-612.

<sup>4</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

13. Duthil, P., C. Weisman, E. Bretagne, and M.X. François. *Experimental and numerical investigation of heat transfer and flow within a thermoacoustic cell*. in *Eurotherm seminar 74 : Heat Transfer in Unsteady and Transitional Flows*. 2003. Eindhoven, Pays-Bas. pp 6.
14. Fraigneau, Y. and P. Le Quéré. *Etude numérique des inhomogénéités thermiques dans le calorimètre à argon liquide de l'expérience ATLAS*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 223-228.
15. \* Le Quéré, P., S. Xin, E. Gadoin, O. Daube, and L.S. Tuckerman. *Recent progress in the determination of hydrodynamic instabilities of natural convection flows*. in *ICHMT 2004. International Symposium on Advances in Computational Heat Transfer*. 2004. Kirkenes-Bergen, Norway.
16. Ma, N., J.S. Walker, and L. Martin-Witkowski. *Thermocapillary instability with a rotating magnetic field and system rotation*. in *IMECE 2003. International Mechanical Engineering Congress and R&D Expo*. 2003. Washington D.C. pp 7.
17. Nguyen, S. and C. Dang Vu-Delcarte. *Influence de parois latérales diffusives sur le déclenchement de la convection d'un fluide chauffé par le bas*. in *SFT 2003. Congrès français de thermique 2003*. 2003. Grenoble, France. pp 6 + Poster.
18. Nguyen, S. and C. Delcarte-Dang Vu. *Impact fo slip conditions on viscous flows*. in *The 14th International Symposium on Transport Phenomena*. 2003. Bali, Indonesia. pp 10.
19. Nicolas, X., S. Xin, and A. Benjaoui. *Computation of incompressible tridimensional mixed convection flows in long aspect-ratio channels using an efficient final-difference methods for vectorial supercomputers*. in *ASME Summer Heat Transfer Conference*. 2005. San Francisco, CA.
20. Nore, C., M. Tartar, O. Daube, and L.S. Tuckerman. *Instability thresholds of flow between exactly counter-rotating disks*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
21. Salat, J., S. Xin, P. Joubert, A. Sergent, F. Penot, and P. Le Quéré. *Experimental and numerical investigation of turbulent natural convection ina large air-filled cavity*. in *4th International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer*. 2003. Antalya,Turkey, 12-17 October. pp 821-828.
22. Sergent, A., P. Le Quéré, and S.P. Vanka. *Effect of inner wall rotation on multicellular natural convection flow in avertical annulus*. in *Summer Heat Transfer Conference*. ASME. 2003. Las Vegas. pp 10.
23. Sergent, A., P. Joubert, and P. Le Quéré. *Large eddy simulation of Rayleigh-Bénard convection using a local subgrid diffusivity model*. in *4th International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer*. 2003. Antalya,Turkey, October 12-17. pp 497-504.
24. Sergent, A., P. Joubert, and P. Le Quéré. *Large Eddy simulation of Rayleigh-Bénard convection in an infinite fluid layer*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
25. Sergent, A., P. Joubert, and P. Le Quéré. *Large Eddy simulation of the hard turbulent regime in Rayleigh-Bénard convection*. in *ICCHMT 2005. 4th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer*. 2005. Cachan, France. pp 3.
26. \* Tuckerman, L.S. *Bifurcation analysis for timesteppers*. in *Workshop on Patterns, Nonlinear Dynamics and Applications*. 2003. Nottingham, UK,October 23.
27. \* Tuckerman, L.S. *Bifurcation analysis for time steppers*. in *Workshop on Analysis and Continuation of Bifurcations*. University of Seville. 2004. Seville, Spain.
28. \* Tuckerman, L.S. *Computational study of turbulent-laminar bands in Couette flow*. in *16th Canadian Symposium on Fluid Dynamics*. 2004. Halifax, Canada.
29. Weisman, C., D. Barkley, and P. Le Quéré. *Transition to unsteadiness of non-Boussinesq natural convection solutions*. in *ICCHMT 2005. 4th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer*. 2005. Cachan, France. pp 4.
30. Xin, S. and P. Le Quéré. *Convection naturelle en cavité 2D remplie d'air*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 331-336.
31. Xin, S. and P. Le Quéré. *Stability analysis of 2D natural convection in air-filled cavities : 3D disturbances*. in *6th International Symposium on Heat Transfer*. 2004. Beijing, China. pp 292-297.
32. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré. *Etude numérique et expérimentale de la convection naturelle externe autour d'un fil chauffant*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.

## Revue sans comité de lecture

1. Tuckerman, L.S., *Les pendules de Huygens*. Pour la Science, 2003 (310): p.22-23, Août 2003.

## Congrès sans actes, workshops<sup>5</sup>

1. Barkley, D. and L.S. Tuckerman. *Turbulent-laminar patterns in Couette flow : stripes and spots*. in *DFD04. 57th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics*. 2004. Seattle, Washington.
2. Barkley, D. and L.S. Tuckerman. *Etude numérique de bandes dans l'écoulement de Couette plan*. in *Journées nonlinéaires 2004. Institut Henri Poincare*. 2004. Paris, France. Communication orale.
3. Barkley, D. and L.S. Tuckerman. *Turbulence à très bas Re et poussées turbulentes périodiques dans l'écoulement de Couette plan*. in *8e Rencontre du non linéaire*. 2005. Paris, France. pp 6.

<sup>5</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

4. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Patterns in cylindrical Rayleigh-Bénard convection*. in *DFD04. 57th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics*. 2004. Seattle, Washington.
5. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Ondes stationnaires et progressives dans la convection de Rayleigh-Bénard en géométrie cylindrique*. in *6ème Rencontre du Non-Linéaire*. 2003. Paris, France. pp 43-46.
6. Boronski, P. and L.S. Tuckerman. *(Magneto-)hydrodynamics in a finite cylinder*. in *DFD04. 57th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics*. 2004. Seattle, Washington.
7. Delbende, I. and M. Rossi. *Evolution non-linéaire d'un jet tourbillonnaire*. in *7ème Rencontre du Non-Linéaire*. 2004. Paris, France. pp 79-84.
8. Delbende, I. and M. Rossi. *Reconnexion de vortex contrarotatifs : effet du nombre de Reynolds*. in *8e Rencontre du Non-Linéaire*. 2005. Paris, France. pp 61-66.
9. Delbende, I., M. Rossi, and S. Le Dizes. *Effect of axial strain on the dynamics of a trailing vortex*. in *56th Annual Meeting of the APS-DFD*. 2003. East Rutherford, NJ.
10. Delbende, I. and M. Rossi. *Vortex dynamics in field interactions*. in *Euromech Colloquium*. 2004. Paris, France.
11. Laguerre, R., C. Nore, J. Léorat, and J.-L. Guermond. *Approximation of the magneto-hydrodynamic equations with a new spectral-FEM method*. in *DFD05. The 2005 APS Division of Fluid Dynamics 58th Annual Meeting*. 2005. Chicago.
12. Martin-Witkowski, L., I. Delbende, P. Le Quéré, and J.S. Walker. *Axisymmetric stability of counter-rotating disk flow*. in *The 57th annual meeting of APS Division of Fluid Dynamics*. APS. 2004. Seattle, Washington.
13. Mathelin, L. and O. Le Maitre. *Robust optimal control of fluid flow*. in *6th SIAM Conference on control and its applications*. 2005. New Orleans, LA.
14. \* Nguyen, S., C. Delcarte-Dang Vu, and G. Kasperski. *Vorticity singularity in confined thermocapillary flows : a contact angle problem with fixed triple line*. in *Wetting : theory and experiments*. 2005. Haïfa, Is.
15. Nore, C., O. Daube, F. Moisy, L. Quartier, M. Tartar, L.S. Tuckerman, and S. Xin. *Instabilités tridimensionnelles de l'écoulement de von Karman entre disques contra-rotatifs*. in *8e Rencontre du non linéaire*. 2005. Paris, France. pp 119-204.
16. Nore, C., L.S. Tuckerman, O. Daube, and S. Xin. *Heteroclinic cycles and Kelvin-Helmholtz instability in the flow between exactly counter-rotating disks*. in *7th SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems*. 2003. Snowbird.
17. Nore, C., L.S. Tuckerman, O. Daube, and S. Xin. *The 1:2 mode interaction in exactly counter-rotating von Karman swirling flow*. in *The Fifth Euromech Fluid Mechanics Conference*. 2003. Toulouse, France.
18. Nore, C. *Etudes numérique et expérimentale des instabilités tridimensionnelles de l'écoulement de von Karman*. in *7ème rencontre du non-linéaire*. 2004. Paris, France.
19. Nore, C., F. Moisy, and L. Quartier. *Observation of near-heteroclinic cycles in the von Karman flow*. in *DFD05. The 2005 APS Division of Fluid Dynamics 58th Annual Meeting*. 2005. Chicago.
20. Tuckerman, L.S. and D. Barkley. *Turbulent-laminar patterns in Couette flow : parameter dependence*. in *DFD04. 57th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics*. 2004. Seattle, Washington.
21. Tuckerman, L.S. *Transition dans les écoulements de Couette plan et cylindrique*. in *Colloque Tourbillons en Hydrodynamique*. 2003. Porquerolles, France.
22. Tuckerman, L.S. *Problèmes de bifurcations, quelques applications de méthodes de continuation*. in *Problèmes de valeurs propres et paramètres critiques (GAMNI-PSMN)*. 2003. Lyon, France.
23. Weisman, C., D. Barkley, and P. Le Quéré. *Linear stability of bursting solutions in non-Boussinesq natural convection*. in *Mathematical and Numerical aspects of low mach number flows*. 2004. Porquerolles, France.
24. Boronska, K. *Time-dependant patterns in cylindrical Rayleigh-Bénard convection*. PANDA meeting. Patterns, Nonlinear Dynamics and Applications meeting 2003. University of Surrey. Surrey, UK.
25. Martin-Witkowski, L. and J.S. Walker. *Preliminary results for thermocapillary instabilities with opposite crystal fed-rod rotation in the floating zone process*. IMA-2. The second International Marangoni Association 2004. Brussels, Belgium.
26. Nguyen, S., C. Delcarte-Dang Vu, and G. Kasperski. *Dynamique d'interface en présence d'une singularité de contact solide-fluide*. in *Workshop on diffuse interface models*. 2004. Lyon, France.
27. Nore, C. *Survey of instability thresholds of flow between exactly counter-rotating disks*. Euromech 2004. Vortex dynamics and field interactions (Euromech 448) 2004. Paris, France.
28. Boronska, K. and L.S. Tuckerman. *Ondes stationnaires et propagatives en convection de Rayleigh-Bénard en géométrie cylindrique*. Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau. Université Paris-Sud 2003. Orsay, France.
29. Boronska, K. *Les écoulements secondaires dans la convection de Rayleigh-Bénard cylindrique - simulation numérique*. 11ème Colloque «Jeunes Chercheurs» Alain Bouyssy. Faculté des Sciences d'Orsay 2003. Orsay, France.
30. Delbende, I. *Dynamique linéaire et non linéaire du tourbillon de Batchelor soumis à étirement axial*. Colloque Tourbillons en Hydrodynamique 2003. Porquerolles, France.
31. Nore, C., M. Tartar, O. Daube, and L.S. Tuckerman. *Etude des seuils d'instabilité linéaire de l'écoulement axisymétrique entre deux disques en contra-rotation*. Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau. Université Paris-Sud 2003. Orsay, France.
32. Nore, C. *Interaction 1:2 dans l'écoulement de von Karman en exacte contrarotation*. Réunion Ecoulements Tournants

2003. Poitiers, France.

33. Nore, C. *The geodynamo theory and FEM approximation*. COST WG1 sur la dynamo. Ecole Normale Supérieure 2004. Paris, France.

34. Nore, C. *A new finite element method for magneto-dynamical problems : two-dimensional results*. Réunion GDR Dynamo. CNRS 2004. Nice-Cote d'Azur, France.

35. Nore, C. *Observation expérimentale de pseudo-cycles hétéroclines dans l'écoulement de von Karman en contra-rotation*. Journée de Dynamique des Fluides sur le plateau 2004. Orsay, France.

36. Tuckerman, L.S. and P. Boronski. *Conditions aux limites magnétiques dans la formulation poloidales-toroidale en géométrie cylindrique finie*. Réunion GDR Dynamo. CNRS 2004. Nice, France.

37. Tuckerman, L.S. *Motifs de bandes turbulentes dans l'écoulement de Couette plan*. Rencontre GDR «Structure de la turbulence et mélange» 2005. Lyon, France.

38. Weisman, C., P. Le Quéré, and D. Barkley. *Transition vers l'instationnaire en convection naturelle non-Boussinesq*. Séminaire «la mécanique des fluides numérique». CEA-GAMNI 2005. Paris, France.

39. Weisman, C., P. Le Quéré, and D. Barkley. *Transition vers l'instationnaire en convection naturelle non-Boussinesq*. in *17ème séminaire «Mécanique des fluides numériques»*. 2005. Institut Henri Poincaré, Paris.

MICHEL PONS

## Introduction

Au LIMSI, les Transferts Solide-Fluide (TSF) se déclinent autour de l'ébullition, de la thermodynamique, de l'hélium superfluide, des fluides oscillants et des milieux poreux adsorbants. Non seulement les activités de TSF sont très diverses, mais aussi elles traversent un certain nombre de frontières.

Expérimental versus numérique. Dans TSF, la majorité des études sont expérimentales (ébullition sur fil, croissance de bulles de vapeur, résistance de Kapitza, écoulements alternatifs, cinétiques d'adsorption), avec une grande variété de techniques mises en œuvre (de la vélocimétrie par images de particules à la mesure de températures cryogéniques en passant par la réponse thermique en fréquence). Les simulations numériques tiennent pourtant leur place, LIMSI oblige. Elles portent sur la dynamique de l'ébullition libre – où un gros effort de modélisation a été entrepris depuis 2004 – la convection naturelle et les écoulements dans les poreux. Lorsque cela est possible, la complémentarité expérimental – numérique est recherchée (convection naturelle autour d'un fil chauffant).

Fondamental versus appliqué. Dans chaque thème du groupe, ce qui semble faire le nœud théorique du problème est abordé. Cela nécessite de parler des interfaces, leur description et leur dynamique, ou bien des interactions entre échelles micro et macro. En outre, et il s'agit parfois des mêmes personnes, certaines des compétences du groupe (cinétique d'adsorption, systèmes thermodynamiques) sont reconnues par des industriels et font l'objet de contrats qui viennent alimenter les finances du groupe.

Le groupe TSF rassemble un chercheur, quatre maîtres de conférence (3 universités), un ingénieur de recherche (partagé à mi-temps avec la Cellule Expérimentale du Département Mécanique-Énergétique), une assistante ingénieur et un doctorant. Mentionnons aussi un professeur, une co-tutelle de thèse avec le LIMHP (Villetaneuse), et l'arrivée programmée en décembre d'un second chercheur.

La diversité du groupe TSF se traduit par des collaborations de recherche très variées, surtout en France mais avec quelques percées vers l'international et vers l'industrie.

Depuis deux ans, le groupe s'étoffe, et prend progressivement son identité. La production scientifique a fait un bond en 2004, et elle devrait conserver ce niveau, avec des fluctuations entre conférences internationales et articles de revues à comité de lecture. Le groupe triple à peu près sa dotation annuelle par des revenus venant de projets de recherche et de contrats industriels.

## Présentation de la recherche

### Thème Dynamique de l'ébullition libre

*M.-C. Duluc, V. Daru, I. Elayyadi, et aussi D. Juric*

Historiquement, ce thème était principalement expérimental. Depuis deux ans l'effort a porté sur le développement d'un modèle numérique de croissance de bulles de vapeur. Les mesures ont aussi continué dans les deux autres axes du thème.

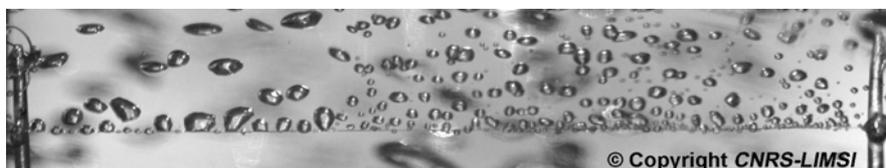
Le premier axe est donc l'étude de la croissance des bulles de vapeur, sujet très actif comme le montre le nombre de laboratoires émergeant à ce thème du réseau AmETH<sup>6</sup> (cf. infra Collaboration de recherche). La difficulté est autant expérimentale que numérique. Sur le plan expérimental, nous voulons dessiner et réaliser un nouveau banc, qui par exemple inclue une caméra rapide. C'est donc au développement d'un code numérique que le LIMSI se consacre depuis quelques années. Première étape, nous avons réalisé un code 1D capable de simuler le changement de phase liquide-vapeur. L'originalité, et la difficulté numérique, consistent à y traiter en même temps un domaine « incompressible » (la phase liquide) et un domaine « compressible » (la phase vapeur). Pour prendre en compte la corrélation entre pression et température à

---

<sup>6</sup> AmETH = Amélioration des Échanges Thermiques

l'interface, il faut que la pression thermodynamique soit une variable accessible, et ainsi nous pouvons décrire des situations avec évaporation en cavité fermée. Les derniers progrès ont consisté à valider ce code en comparant, sur des transitoires, les résultats avec ceux d'un autre code utilisant pour la phase vapeur une approche faible Mach. Pour plus d'information, voir la [page de présentation](#)<sup>7</sup> et aussi les diverses publications ci-dessous (Juric et al., 2004a, 2004b ; Daru et al., 2005a, 2005b ; un article est en publication pour les Comptes Rendus Meca). L'attribution d'une bourse de thèse sur ce thème, de même que la récente embauche d'un CR1, devraient lui permettre d'atteindre une certaine masse critique. Nous devons maintenant travailler sur la complémentarité expérimental-numérique.

Le second axe développe depuis plusieurs années une étude expérimentale de l'ébullition transitoire sur fil (cf. infra Collaboration de recherche, et l'article Duluc et al., 2004). Nous nous sommes intéressé aux conditions de transition directe de l'état de convection naturelle vers celui d'ébullition en film, transition préjudiciable au bon fonctionnement des évaporateurs. En effet, même en conditions stationnaires, nous avons observé une transition directe et prématurée vers l'ébullition en film pour certains états de surface du fil. Nous avons constaté que la présence de traces de graisse ou de résidus du procédé de fabrication augmente la valeur de l'angle de contact entre l'interface liquide-vapeur et la surface solide, ce qui favorise le développement de poches de vapeur et donc l'installation de l'ébullition en film. En comparant les transitoires obtenus avec différents fils (en faisant varier la nature, le diamètre ou l'état de surface), nous avons pu montrer que la transition prématurée vers l'ébullition en film se produit lorsque le flux imposé est supérieur au flux critique minimum sur la caractéristique stationnaire.



*Ébullition d'azote sur un fil  
(en film à gauche et  
nucléée à droite, près du  
flux critique minimum)*

Dans le troisième axe de ce thème, la convection naturelle autour d'un fil chauffant, mené en collaboration avec F. Lusseyran (groupe Aérodynamique Instationnaire) et S. Xin (groupe Convection - Rotation), nous avons réalisé une nouvelle campagne de comparaison entre expériences et simulations numériques. Nous nous sommes intéressé à l'influence sur l'écoulement de l'intensité du flux dissipé par le fil. Les comparaisons entre mesures et calculs sont excellentes et une analyse dimensionnelle a été conduite avec succès. Pour plus d'information, voir les deux publications (Xin, Duluc et al., 2004, 2005) ci-dessous.

## Thème Thermodynamique des systèmes

*M. Pons*

Le premier axe de ce thème s'intéresse à l'analyse second principe de la convection naturelle en cavité, un système apparemment simple. La cohérence thermodynamique impose de tenir compte du travail des forces de pression : c'est le modèle Boussinesq dit thermodynamique, voir [rapport d'activité LIMSI 2003](#)<sup>8</sup>. Une étude systématique sur la cavité carrée 2D emplie d'air a permis de réactualiser le domaine de validité du modèle Boussinesq usuel. Il apparaît ainsi que des configurations courantes dans l'habitat (2,5 m de haut et 0,6 K entre les deux murs verticaux) requièrent le modèle thermodynamique pour être simulées correctement ; voir la [page de présentation](#)<sup>9</sup>, et la publication (Pons and Le Quéré, 2005 ICCHMT'05). Nous souhaitons maintenant aborder la question des instabilités. D'autre part, construire un lien thermodynamique entre la convection naturelle et les moteurs thermiques permet de définir le rendement de conversion de la convection naturelle en cavité, et les facteurs qui l'augmentent ou le diminuent (Pons and Le Quéré, 2005 CFM-2005). On peut attendre de ces études, qui trouvent leur place dans le programme Énergie du CNRS et dans un thème du réseau AmETh (cf. infra Collaborations de recherche), une meilleure connaissance et des pistes pour contrôler les écoulements dans l'habitat.

Le second axe de ce thème s'intéresse à la thermodynamique, principalement analyse second principe, de divers systèmes. En ce qui concerne notre collaboration avec le LESBAT sur la réfrigération solaire (cf. infra Collaboration de recherche internationale, et les articles Buchter et al., 2003 et Hildbrand et al.,

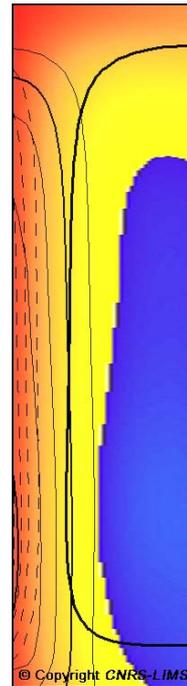
7 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf1/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf1/)

8 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/TSF2/tsf2.html](http://www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/TSF2/tsf2.html)

9 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf2/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf2/)

2004), elle s'est progressivement transformée en accompagnement de leurs projets de transfert de cette technologie vers les pays du Sud (Burkina-Faso, Érythrée). Par ailleurs, le projet DECSOL, portant sur la climatisation par énergie solaire et soumis en juin 2005 à l'ANR, prévoit la participation du LIMSIS (groupe TSF) pour les analyses second principe. Un autre sujet émerge dans ce thème, cette fois en collaboration avec le PHASE (Toulouse) et le LaTEP (Pau) à la suite des rencontres au sein du PRI CARNOT, il s'agit de l'analyse second principe de la conduction de chaleur en instationnaire, en particulier du fait des variations de la température ambiante. En effet, comme la fixité de la température ambiante est à la fois une condition nécessaire à l'analyse exergétique et une hypothèse souvent implicite dans l'établissement de critères d'optimisation, considérer sa variation sur la journée (qui est bien une réalité physique) modifie complètement ces deux problématiques (Strub et al., 2005).

L'ensemble de cette réflexion est partagé et confronté au sein des séminaires et écoles thématiques du PRI CARNOT (cf. infra Collaboration).



*Champ de température (couleurs), ligne de courant type (trait épais) et champs d'irréversibilité dans la couche limite montante d'une cavité d'air de 1,2 m de haut à Rayleigh  $10^6$  ; modèle Boussinesq thermodynamique*

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

*J. Amrit, et aussi M.-X. François*

Le premier axe de ce thème porte sur la résistance Kapitza. Cette résistance au transfert de chaleur est localisée à l'interface entre un solide et l'hélium superfluide (à une température de quelques Kelvin) et se traduit par une vraie discontinuité de la température à l'interface. À la suite d'Adamenko and Fuks<sup>10</sup>, nous pensons que la diffusion des phonons sur les rugosités de l'interface joue un rôle non-négligeable dans ce transfert de chaleur (voir notre [rapport d'activité LIMSIS 2003](#)<sup>11</sup> - thème 4). Afin de vérifier expérimentalement cette hypothèse, nous voulons mesurer cette résistance en faisant varier la température du bain d'hélium superfluide jusque en-dessous de 1 Kelvin. En effet, changer cette température modifie la longueur d'onde des phonons et donc leur interaction avec des rugosités dont la taille caractéristique reste évidemment la même. Les variations observées de la résistance Kapitza entre un cristal de silicium et un bain d'hélium superfluide correspondront-elles à l'explication donnée ? Le montage de cette expérience à l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (qui possède une boucle à Hélium III) a nécessité une longue préparation, entre maintenant dans sa phase de démarrage (cf. infra Collaboration de recherche et l'article Amrit, 2005).

Le second axe concerne la conductivité thermique transverse des parois fines en polycristal de niobium. En effet, nous observons expérimentalement que la conductivité thermique est plus forte dans la direction normale à la paroi que dans le plan de la paroi. Nous expliquons cette anisotropie par la présence de monocristaux qui percolent ou presque. Comme les lignes de flux passant par ces monocristaux ne traversent pas (ou peu) de joints de grain, la résistance thermique qu'elles rencontrent est plus faible, la conductivité thermique est plus forte (voir [rapport d'activité LIMSIS 2003](#)<sup>12</sup>). Afin de mieux interpréter les mesures que nous avons réalisées sur des parois en niobium, nous avons complété notre modèle en y introduisant les résistances thermiques entre monocristaux. La [page de présentation](#)<sup>13</sup> montre une confrontation entre ce nouveau modèle et nos mesures. Il apparaît que l'anisotropie de la conductivité

10 Soviet-Physics-JETP., 59(6), pp. 2071-82, 1970.

11 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/index.html](http://www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/index.html)

12 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/TSF3/tsf3.html](http://www.limsi.fr/RS2003FF/MECA2003/TSF2003/TSF3/tsf3.html)

13 Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf3/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf3/)

thermique de la paroi de niobium dépend fortement du nombre des grains rencontrés lors de la traversée de la paroi. De tels résultats sont importants pour dimensionner au mieux les cavités supraconductrices des accélérateurs de particules (cf. infra Collaboration de recherche, et l'article Amrit, 2004).

Ces études soulèvent la question fondamentale de la compréhension des mécanismes de transfert de chaleur à l'échelle nanométrique.

## Thème Transferts en fluide oscillant

*F. Jebali-Jerbi*

Dans la très vaste problématique des écoulements oscillants (leur thermique, les cycles Stirling ou thermoacoustiques), notre action se focalise sur l'établissement d'une métrologie sûre de la vitesse acoustique dans un écoulement alternatif. La difficulté est la suivante : la vitesse du fluide oscillant par définition autour d'une valeur nulle, le signal d'un fil chaud d'une part est très bruité, d'autre part doit être calibré dans ces conditions spécifiques d'utilisation. Une détermination correcte de la vitesse du fluide, son amplitude et sa phase, est importante non seulement pour la connaissance qu'elle apporte sur la dynamique du fluide mais aussi pour la possibilité offerte de coupler cette mesure avec une mesure de pression acoustique, et d'en déduire précisément la puissance acoustique mise en jeu, ce qui donne accès à l'énergétique du système, même lorsque le taux d'ondes stationnaires est important.

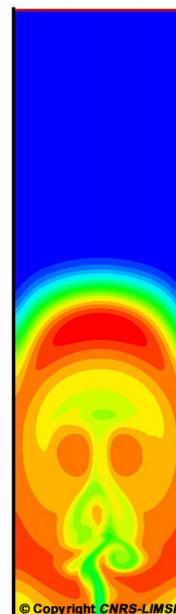
Notre démarche consiste donc à réaliser un tube résonnant mu par un haut-parleur électrodynamique. Dans un premier temps le tube est vide, ce qui permet de calibrer le fil chaud puisque le mouvement du fluide est connu via le suivi du haut-parleur. Dans un second temps seulement, un stack sera installé, afin d'étudier la thermoacoustique de l'écoulement induit. Le banc expérimental est en cours de montage, voir la [page de présentation](#)<sup>14</sup>. La réflexion sur l'anémométrie fil-chaud pour la thermoacoustique entraînée par haut-parleur électrodynamique se fait en collaboration avec le LUAM et avec l'Université de Mexico (cf. infra Collaborations de recherche).

## Thème Transferts en milieux poreux adsorbants

*M. Firdaouss, V. Bourdin, D. Bisch, M. Pons et aussi G. Momen*

Les deux axes de ce thème mêlent l'appliqué et le fondamental. Le premier axe concerne le stockage d'hydrogène dans un réservoir rempli de matériaux adsorbants (charbons actifs, nanotubes de carbone) en vue d'équiper les véhicules du futur. Un Programme de Recherche (PR) de l'Action Concertée Énergie s'est donc constitué sur ce thème autour du LIMHP, qui est le laboratoire français qui teste cette technique (cf. infra Collaboration de recherche). Afin d'interpréter leurs mesures, et aussi d'être en mesure de dimensionner d'éventuels réservoirs d'hydrogène, le LIMHP développe depuis trois ans un code numérique pour simuler la phase de remplissage du réservoir, de loin la plus critique. Dès les premiers pas de cette démarche, le groupe TSF a pu apporter ses compétences sur l'écriture de modèles numériques de processus de transferts, sur les transferts couplés masse et chaleur dans les lits adsorbants et enfin sur les procédés à adsorption (cf. infra Collaboration de recherche).

Dans le PR le rôle du groupe TSF consistait à tester, à l'aide de nos codes détaillés, la validité de certaines hypothèses simplificatrices du code global développé au LIMHP. Ces hypothèses posent l'absence d'influence, soit des conditions en amont du lit, soit du régime transitoire, sur l'hydrodynamique du gaz à l'intérieur du lit poreux adsorbant. Pour ce faire, nous



*Champ de température dans un volume fluide en cours de remplissage*

<sup>14</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf4/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf4/)

avons développé et fait tourner des codes nouveaux. Les résultats, détaillés dans la [page de présentation](#)<sup>15</sup>, ont permis d'orienter favorablement le travail de thèse de G. Momen, en co-tutelle LIMHP-LIMSI (cf. l'article de conférence Momen et al., 2005). Le PR a pris fin en 2005. La poursuite de telles recherches dépend en fait complètement de la capacité d'adsorption des matériaux carbonés à venir, celle des matériaux actuels étant très insuffisante pour développer des réservoirs à hydrogène.

Le second axe de ce thème concerne les mesures de cinétique d'adsorption. Ces mesures sont réalisées grâce à la technique de réponse thermique en fréquence, une méthode macroscopique qui est la spécialité du groupe TSF (voir les pages de présentation des rapports [2002](#)<sup>16</sup>, [1999](#)<sup>17</sup>, [1996](#)<sup>18</sup>). Les systèmes silicalite+alcane sont l'objet d'investigations intenses, dans l'industrie pétrolière, mais aussi académiquement (cf. infra Collaborations de recherche Nos 10 et 13). Nos mesures de cinétique d'adsorption de l'isobutane et du n-butane dans la silicalite sont compatibles avec celles obtenues par les méthodes microscopiques (QENS, PFG-NMR) et par la dynamique moléculaire, alors qu'habituellement les méthodes microscopiques et macroscopiques divergent de 2 à 3 ordres de grandeur. L'accord que nous obtenons est donc particulièrement remarquable (voir [page de présentation](#)<sup>19</sup> et l'article de conférence Bourdin et al., 2005), et remet peut-être en cause les autres méthodes macroscopiques. Par ailleurs, comme nos évaluations expérimentales des coefficients de diffusion nécessitent une description fidèle des équilibres d'adsorption, nous avons développé un modèle de Langmuir à 4 sites (canaux droits, canaux zigzag, intersections et sites aluminium) qui décrit correctement l'adsorption, dans la silicalite, mais aussi dans les ZSM-5 avec différents rapports Silicium sur Aluminium. Enfin, parallèlement à la détermination des coefficients de diffusion, notre protocole nous donne aussi des indications sur les conductivités thermiques. Le fait que cette grandeur varie nous semble pouvoir être utilisé dans des applications liées à l'habitat.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Michel	Pons	Ch	CR1	CNRS
Jairaj	Amrit	Ens-Ch	MC	Paris XI
Marie Christine	Duluc	Ens-Ch	MC	CNAM
Mouaouia	Firdaouss	Ens-Ch	MC	Paris VI
Fathi	Jebali Jerbi	Ens-Ch	MC	Paris VI
Danièle	Bisch	ITA	AI	CNRS
Vincent	Bourdin	ITA	IR2	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Isam	Elayyadi	Paris VII	Physique
Anne	Planchette	Paris VI	SMAE

## Participation à des instances

Participations aux *Commissions de Spécialistes* de différentes universités : Marne-la-Vallée sections 30-33 et 62 (M.-C. Duluc, M. Pons), Paris-6 Section 60 (M. Pons), Paris-6 Section 62 (M.-C. Duluc), Paris-11 Section 62 (J. Amrit, vice-président B).

<sup>15</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf6/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf6/)

<sup>16</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2002FF/MECA2002FF/TSF2002FF/tsf1.html](http://www.limsi.fr/RS2002FF/MECA2002FF/TSF2002FF/tsf1.html)

<sup>17</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS99FF/MECA99FF/ADS99FF/ads3/](http://www.limsi.fr/RS99FF/MECA99FF/ADS99FF/ads3/)

<sup>18</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS96FF/ME/ADS/ADS1.html](http://www.limsi.fr/RS96FF/ME/ADS/ADS1.html)

<sup>19</sup> Lien hypertexte : [www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf5/](http://www.limsi.fr/RS2005GB/meca/tsf/tsf5/)

## Enseignement et diffusion des connaissances

- Pour 2006, M.-C. Duluc donne le cours *Changement de phase liquide-vapeur* dans le M2 *Mécanique-Énergétique* de l'Université Paris-6, parcours *Physique et dynamique des transferts* (env. 15h)
- En 2004, M. Pons a donné un cours « recherche » *Thermodynamique, convection naturelle et approximation de Boussinesq* dans le DEA de *Mécanique*, Université Paris-6
- Pour 2005, M. Pons a proposé le cours *Analyse et optimisation des processus de transfert* dans le M2 *Mécanique-Énergétique* de l'Université Paris-6, parcours *Physique et dynamique des transferts*, cours qui n'a pas pu ouvrir

## Organisation de colloques

- **Congrès Français de Thermique SFT-2004**, 25-28 mai 2004 à la Presqu'île de Giens : M. Pons a assuré avec D. Gobin (FAST, Orsay) et S. Pageau-Maurice (LIMSI) le *Secrétariat Scientifique*, M. Pons et M.-C. Duluc ont été membres du *comité d'organisation* (156 articles publiés, 210 affiches présentées, 270 participants)
- Organisation par M. Pons du **Deuxième séminaire CARNOT** tenu du 26 au 28 janvier 2005 à la Délégation Fontainebleau de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris. Environ 25 participants (PROMES, LEMTA, CETHIL, LaTEP, LSGC, LOCIE, École Mines de Paris, LAIL, PHASE, LMP), 15 exposés

## Édition de revue

- En 2005, M. Pons a été *Guest Editor* de *Int. J. Thermal Sci.*, pour coordonner le numéro spécial de cette revue dédié à la mémoire de Bernard Spinner (9 articles, sortie en décembre 2005)

## Interventions dans des écoles thématiques et participations à séminaires

- Firdaouss M. et Pons M., Influence des conditions amont sur l'écoulement dans un lit granulaire, 7èmes Journées d'Étude sur les Milieux Poreux, 26-27 octobre 2005, Bordeaux.
- Duluc M.-C., Ébullition libre, École Thématique CNRS Le changement de phase liquide-vapeur et ses applications, Cargèse, 26-31 octobre 2003. Polycopié de 30 pages
- Pons M., Une approche locale du second principe, Troisième École de Printemps de Thermodynamique (PRI CARNOT Programme Énergie du CNRS), 6-9 juin 2005, Pau
- Tayebi B., Stutz B., Lallemand M., Agounoun R., Boussehain R., Darmon J.-P., Duluc M.-C., Caractérisation par une méthode transitoire des transferts thermiques pour l'ébullition libre, Journée de la Société Française de Thermique. Activités du réseau des Laboratoires AmETH. Paris, France, 1er décembre 2004
- Bourdin V., Bisch D., Cinétique d'adsorption par réponse en fréquence thermique : une méthode indirecte de mesure de la conductivité effective des adsorbants, Journée SFT La thermique des Matériaux Nanoporeux, Jeudi 27 Janvier 2005, Espace Hamelin, Paris<sup>20</sup>
- Amrit J., Heat transfer between a solid and superfluid helium, Séminaire au Laboratoire des basses températures et de la supraconductivité. Université de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, Espagne, 21-25 mai 2003
- Pons M., Le mur instationnaire : une solution analytique et une approche procédée. Deuxième séminaire CARNOT, ENSMP – Fontainebleau, 26-28 janvier 2005
- Pons M., Le principe de moindre action. Deuxième séminaire CARNOT, ENSMP – Fontainebleau, 26-28 janvier 2005
- Pons M., La thermodynamique en temps fini : une obscure clarté, des pistes à explorer. Deuxième séminaire CARNOT, ENSMP – Fontainebleau, 26-28 janvier 2005
- Bertin T., Bourdin V., Impact de parois à propriétés thermophysiques variables sur les consommations énergétiques des bâtiments, Séminaire du GAT Habitat. Paris, France, 10 juin 2005

## Collaborations de recherche

### Nationales

- Participation de M.-C. Duluc au projet *Croissance des bulles de vapeur* dans le **réseau AmETH**<sup>21</sup>, avec le CETHIL (Villeurbanne), l'IUSTI (Marseille), l'IMFT (Toulouse), le MASTER (Bordeaux) et le CEA-Grenoble
- Collaboration de M.-C. Duluc avec B. Stutz et M. Lallemand du CETHIL (Villeurbanne) pour le projet *Dynamique de l'ébullition libre* du **réseau AmETH**

<sup>20</sup> voir : [http://www.sft.asso.fr/DOCUMENTS/journees\\_SFT/Nanoporeux\\_27-01-2005/IR\\_VB.pdf](http://www.sft.asso.fr/DOCUMENTS/journees_SFT/Nanoporeux_27-01-2005/IR_VB.pdf)

<sup>21</sup> AmETH = Amélioration des Échanges Thermiques

- Participation de M. Pons aux **PRI CARNOT 1 et 2** (Communauté d'Analyse et de Recherche sur les Nouvelles Orientations de la Thermodynamique), avec le PROMES (ex-IMP, Perpignan), le LSGC (Nancy), le CETHIL (Villeurbanne), le LEMTA (Nancy), le LaTEP (Pau), le CENERG (Ecole des Mines Paris), le LMTM (CNAM Paris) et LMP (Paris), le LOCIE (Chambéry), le LAIL (Lille) et le PHASE (Toulouse), dans le cadre du programme interdisciplinaire *Énergie* du CNRS
- Participation de M. Pons au projet *Convection Naturelle* du **réseau AmETH**, projet coordonné par P. Joubert (LEPTAB, La Rochelle), avec le LET (Poitiers), le LMEE (Évry)
- Collaboration de J. Amrit avec J.-P. Thermeau, équipe R&D Basses Températures 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/DAPNIA/SACM, Gif sur Yvette) sur les transferts de chaleur entre cavités supraconductrices et hélium superfluide et sur la conductivité thermique des polycristaux
- Collaboration de F. Jebali avec P. Lotton (LAUM, Le Mans) sur le couplage d'un haut-parleur électrodynamique avec un système thermoacoustique
- Participation de M. Pons et M. Firdaouss au **PR H2-THERM** *Modélisation thermique et mécanique du stockage d'hydrogène par adsorption*, financé par l'Action Concertée Énergie du CNRS-MNRT-DGA, avec le LIMHP (Villetaneuse), le LEGI (Grenoble), le LMARC (Besançon), le LEMTA (Nancy) et le PROMES (ex-IMP, Perpignan)
- Collaboration de M. Pons et M. Firdaouss avec le LIMHP (Villetaneuse) sur la modélisation et la simulation d'un réservoir de stockage d'hydrogène sur matériaux carbonés. La thèse de G. Momen se déroule en cotutelle entre nos deux laboratoires
- Participation de V. Bourdin à un **réseau** coordonné par l'**Institut Français du Pétrole**, avec trois laboratoires français (le LRRS de l'Université de Bourgogne à Dijon, l'IRC à Villeurbanne, et le LIMSI), sur la diffusion d'alcanes dans une zéolite industrielle

## Internationales

- Collaboration de M. Pons avec Ph. Dind et son équipe (LESBAT, Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud, Yverdon-les-Bains, Suisse) sur la réfrigération solaire
- Collaboration de F. Jebali avec G. Huelsz (UNAM, Mexico) sur l'anémométrie fil-chaud dans fluide oscillant
- Participation « invitée » de V. Bourdin à l'**International Research Group** "*Diffusion in Zeolites*", avec S. Brandani (University College, London), J. Caro (Universität Hannover, Allemagne), H. Jobic (IRC Villeurbanne), J. Kärger, R. Staudt (Universität Leipzig, Allemagne), F. Schüth (Max-Planck-Institut, Mülheim an der Ruhr, Allemagne), J. Weitkamp (Universität Stuttgart, Allemagne), et D. M. Ruthven (Maine University, USA) comme consultant invité. Ce groupe est financé par le CNRS (France), la DFG (Allemagne) et le EPSRC (Royaume Uni)

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
17/10/2003	01/05/2004	Zecoools		Zecoools	10 000 €	Pons Michel	Contrat équipe-conseil
11/07/2001	10/07/2004	EIVD-MDL		Ecole d'ingénieur du Canton de Vaud	-	Pons Michel	Collaboration de recherche
19/08/2002	18/12/2004	EIVD 2		Ecole d'ingénieur du Canton de Vaud	-	Pons Michel	Collaboration de recherche
01/06/2003	31/05/2004	IFP-ADS		IFP	9 750 €	Bourdin Vincent	Collaboration de recherche
01/07/2003	31/05/2005	H2-Therm	Programme interdisciplinaire Energie	CNRS	22 749 €	Hassouni Khaled	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2006	DRI Pologne		CNRS / Académie polonaise des sciences (PAN)	12 000 €	Le Quéré Patrick	Autre

### Valorisation et transfert

M. Pons est intervenu comme expert auprès de la société *Zecoools* (Croissy-Beaubourg, 77) pour avis sur leurs expérimentations de cycles frigorifiques à adsorption (zéolite+eau) fortement dissymétriques. L'apport financier a été de 10 k€ en 2004.

## Production scientifique

### Thèses

1. Amrit, J., *Etude de l'interface hélium superfluide-solide : surfaces des cristaux d'hélium-4, résistance de Kapitza et transferts de chaleur à microéchelle. Thèse d'Habilitation à diriger des Recherches, Université Paris 11/LIMSI, Orsay* (2005).

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Amrit, J., *Nanoscale heat conduction at a silicon-superfluid helium boundary*. Superlattices and Microstructures, 2004. **35**: 3-6, 187-194.
2. Amrit, J., *Effect of surface roughness on the anomalous heat conductance at solid/superfluid helium interfaces : a way of quantifying phonon scattering in microstructures*. Journal of Physics D : Applied Physics, 2005. **38**: 10, 1504-1510.
3. Buchter, F., P. Dind, and M. Pons, *An experimental solar-powered adsorptive refrigerator tested in Burkina-Faso*. International Journal of Refrigeration, 2003. **26**: 1, 79-86.
4. Duluc, M.-C., S. Xin, and P. Le Quéré, *Transient natural convection and conjugate transients around a line heat source*. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2003. **46**: 2, 341-354.
5. Duluc, M.-C., B. Stutz, and M. Lallemand, *Transient nucleate boiling under stepwise heat generation for highly wetting fluids*. International journal of heat and mass transfer, 2004. **47**: 25, 5541-5553.
6. Firdaouss, M. and J. Prieur Duplessis, *On the prediction of Darcy permeability in nonisotropic periodic two-dimensional porous media*. Journal of Porous Media, 2004. **7**: 2, 119-131.
7. Hildbrand, C., P. Dind, M. Pons, and F. Buchter, *A new solar powered adsorption refrigerator with high performance*. Solar Energy, 2004. **77**: 3, 311-318.
8. Jebali, F., J.V. Lubiez, and M.X. François, *Response of a thermoacoustic refrigerator to the variation of the driving frequency and loading*. International Journal of Refrigeration, 2004. **27**: 2, 165-175.
9. Pons, M., *Irreversibility in energy processes : Non-dimensional quantification and balance*. Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics, 2004. **29**: 2, 57-175.
10. Pons, M. and P. Le Quéré, *An example of entropy balance in natural convection - Part 1 : the usual Boussinesq equations*. Comptes Rendus Mécanique, 2005. **333**: 2, 127-132.
11. Pons, M. and P. Le Quéré, *An example of entropy balance in natural convection - Part 2 : the thermodynamic Boussinesq equations*. Comptes Rendus Mécanique, 2005. **333**: 2, 133-138.

12. Shin, S., D. Juric, and S.I. Abdel-Khalik, *Hydrodynamic stability of the porous wetted wall protection schemes in IFE reactors*. Fusion Engineering and Design, 2003. **65**: 4, 611-627.
13. Shin, S., S.I. Abdel-Khalik, D. Juric, M. Yoda, and T. Aries, *Effects of surface evaporation and condensation on the dynamics of thin liquid films for the porous wetted wall protection scheme in IFE reactors*. Fusion Science and Technology, 2003. **44**: 1, 117-126.
14. Shin, S., F.F. Abdelall, D. Juric, S.I. Abdel-Khalik, M. Yoda, and D.L. Sadowski, *Fluid dynamic aspects of the porous wetted wall protection scheme for IFE reactors*. Fusion Science and Technology, 2003. **43**: 3, 366-377.
15. Shin, S., S.I. Abdel-Khalik, V. Daru, and D. Juric, *Accurate representation of surface tension using the level contour reconstruction method*. Journal of Computational Physics, 2005. **203**: 2, 493-516.
16. Strub, F., J. Castaing-Lasvignottes, M. Strub, M. Pons, and F. Monchoux, *Second law analysis of periodic heat conduction through a wall*. International Journal of Thermal Sciences, 2005. **44**: 12, 1154-1160.
17. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré, *Numerical simulations of natural convection around a line-source*. International journal of numerical methods for heat and fluid flow, 2004. **14**: 7, 830-850.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Gobin, D., M. Pons, D. Lauriat, and P. Le Quéré (Eds.). *Transferts en milieux hétérogènes - Actes Congrès Français de Thermique SFT2004*. 2004. Société Française de Thermique, Paris.

## Conférences à comité de lecture

1. Bourdin, V., S. Brandani, A. Gunadi, H. Jobic, C. Krause, J. Karger, and W. Schmidt. *Diffusion of n-alkanes in MFI-type zeolites : a comparative study with different measuring techniques*. in *Diffusion Fundamentals Conference 2005 : Basic principles of theory, experiment and application*. 2005. Leipzig, Germany. Poster.
2. Daru, V., M.-C. Duluc, D. Juric, and P. Le Quéré. *A numerical model for the simulation of liquid-vapor phase change in an enclosure*. in *ICCHMT 2005. 4th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer*. 2005. Cachan, France. pp 4.
3. Daru, V., M.-C. Duluc, O. Le Maitre, D. Juric, and P. Le Quéré. *Simulation numérique d'écoulements liquide vapeur faiblement compressibles*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.
4. Juric, D., V. Daru, and M.-C. Duluc. *Simulation d'écoulements liquide-gaz à l'intérieur d'une cavité chauffée*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 95-100.
5. Juric, D., P. Le Quéré, V. Daru, and M.-C. Duluc. *On the numerical simulation of two phase liquid-vapor phenomena*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.
6. Momen, G., G. Hermosilla, A. Michau, M. Pons, M. Firdaouss, B. Leneindre, L. Madec, and K. Hassouni. *Numerical simulation of hydrogen storage under high pressure in porous packed bed*. in *IHEC 2005. International Hydrogen Energy Congress & Exhibition*. 2005. Istanbul, Turkey. pp 12.
7. Pons, M. *Thermodynamic analysis of the Boussinesq approximation*. in *JETC 8. Joint European Thermodynamics Conference*. 2003. Bellaterra-Barcelona, Spain. pp 5.
8. Pons, M. and P. Le Quéré. *Les équations de Boussinesq et le second principe*. in *SFT 2004. Congrès Français de Thermique 2004*. 2004. Presqu'île de Giens, France. pp 229-234.
9. Pons, M. and P. Le Quéré. *Modelling natural convection with the piston effect, a thermodynamic necessity*. in *ICCHMT 2005. 4th International Conference on Computational Heat and Mass Transfer*. 2005. Cachan, France. pp 4.
10. Pons, M. and P. Le Quéré. *La convection naturelle, un moteur thermique*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique*. 2005. Troyes, France. AFM. pp 6.
11. Xin, S., M.-C. Duluc, F. Lusseyran, and P. Le Quéré. *Etude numérique et expérimentale de la convection naturelle externe autour d'un fil chauffant*. in *CFM 2005. 17ème Congrès Français de Mécanique.AFM*. 2005. Troyes, France. pp 6.
12. Zachara, A., J. Pakleza, S. Blonski, R. Trzcinski, and T.A. Kowalewski. *Thermodynamic parameters of vapour bubble growth by image analysis*. in *ICTAM04. 21st International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.IUTAM*. 2004. Warsaw, Poland. pp 2.

## Congrès sans actes, workshops

1. Amrit, J. *Nanoscale heat conduction at a silicon-superfluid helium boundary*. in *EUROTHERM 75-Microscale Heat Transfer 2*. 2003. Reims, France.
2. Firdaouss, M. and J. Prieur Duplessis. *Prédiction de la perméabilité de Darcy en milieux poreux périodiques anisotropes*. in *JMP 2003. 6èmes Journées Milieux Poreux*. 2003. Toulouse, France. pp 2.
3. Pons, M. *A non-dimensional irreversibility balance for analysing energy conversion cycles*. in *Eurotherm seminar 72 : Thermodynamics, heat and mass transfer of refrigeration machines and heat pumps*. 2003. Valencia, Spain. pp 6.
4. Bisch, D. and V. Bourdin. *Diffusion of butane and isobutane in silicalite by IR emission frequency response (TFR)*. Workshop of International Research Group «Diffusion in Zeolites». CNRS, DFG, EPSRC 2005. Leipzig, Germany.
5. Pons, M. *Thermodynamic analysis of the Boussinesq approximation*. JETC8. 8th Joint European Thermodynamics Conference 2003. Bellaterra-Barcelona, Spain, September 2-5.

6. Bisch, D. and V. Bourdin. *Cinétique d'absorption par réponse en fréquence thermique : une méthode indirecte de mesure de la conductivité effective des adsorbants*. Journée SFT : la thermique des matériaux nanoporeux. Société Française de Thermique 2005. Paris, France.
7. Pons, M. *Un nombre adimensionnel pour quantifier les irréversibilités*. Séminaire du PRI CARNOT 2003. Gourette, France.
8. Pons, M. *Convection naturelle et taille de cavité*. Journée de Dynamique des Fluides sur le Plateau. Université Paris-Sud 2003. Orsay, France.
9. Pons, M. *Des irréversibilités adimensionnées et leur bilan (un cadre robuste pour analyser les procédés de conversion d'énergie)*. Ecole d'été de Thermodynamique (Programme Energie du CNRS) 2003. Odeillo, France.
10. Tayebi, B., B. Stutz, M. Lallemant, R. Agounoun, R. Boussehain, J.P. Darmon, and M.-C. Duluc. *Caractérisation par une méthode transitoire des transferts thermiques pour l'ébullition libre*. Journée de la Société Française de Thermique. Activités du réseau des Laboratoires AmETh 2004. Paris, France.

MAURICE-XAVIER FRANÇOIS

## Introduction

Au cours de la période concernée par ce rapport, une partie majoritaire de l'activité des acteurs de l'action transversale a été consacrée à l'étude et à la réalisation d'une machine thermoacoustique de forte puissance supposée devenir :

- un démonstrateur de la faisabilité d'un système de réfrigération entièrement thermoacoustique, c'est-à-dire une double machine thermique, permettant d'extraire des puissances de l'ordre du 'Kilowatt' autour de 100 Kelvin,
- un outil expérimental de recherche pour ce domaine de puissance acoustique et thermique, tant sur le plan hydrodynamique que proprement thermoacoustique.

Cette activité s'est faite avec le concours de l'équipe « R&D Basse Température » de l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (IPNO).

Par ailleurs, des travaux à caractère plus académique soit

- se sont poursuivis : caractérisation et modélisation des systèmes déphaseurs comprenant vanne, inertance et capacitance ; mise en évidence d'effets non linéaires.
- sont actuellement en phase de remise en route : étude numérique du pompage de chaleur thermoacoustique.

soit sont initiés et en cours de réalisation :

- Analyse expérimentale et modélisation des effets non linéaires dans les systèmes thermoacoustiques.
- Optimisation des architectures acoustiques dans les systèmes thermoacoustiques de conversion d'énergie.
- Modélisation d'un régénérateur thermo-acoustique en prenant en compte explicitement son caractère poreux et les non-linéarités locales.

D'autre part durant la même période, l'équipe a mis en place un partenariat complet avec l'IPNO, modifiant ainsi de façon profonde et durable ses capacités de recherche et de partenariat industriel.

Les relations internationales ont été poursuivies avec l'Académie des Sciences de Chine d'une part et les Universités de Saint Jacques de Compostelle et de Bilbao d'autre part.

Enfin l'effort très significatif de Transfert Technologique entrepris dès 2002 a été développé. Un deuxième brevet a été déposé et sa publication doit intervenir en novembre 2005. Un accord de licence a été signé entre l'UPMC-CNRS et la société HEKYOM en février 2005 pour l'exploitation des deux brevets et du savoir faire des laboratoires.

## Présentation de la recherche

### Réfrigérateur thermoacoustique produisant 2000 W à 120 K

*D. Baltean Carlès, A. Bétrancourt, E. Bretagne, G. Defresne, P. Duthil, MX. François*

Le projet est la conclusion d'une réflexion commune entre le LIMSI et l'IPNO d'une part et la société HEKYOM d'autre part sur la nécessité de démontrer la faisabilité d'un système entièrement thermoacoustique de réfrigération dans une gamme de puissance ouvrant la porte à des applications vraisemblables. Subventionné au départ par l'ANVAR, il a reçu ensuite le soutien financier de l'IN2P3, puis conjointement du CNRS/DAE et du Conseil général de l'Essonne. L'enveloppe financière engagée est d'environ 300.000 euros.

Les caractéristiques de ce démonstrateur sont les suivantes :

- Double machine thermique associant un générateur d'ondes thermoacoustiques (GO) et un réfrigérateur thermoacoustique de type 'Tube à Gaz Pulsé' (RTA)
- GO : Source de chaleur à 700°C : jusqu'à 80 KW, Puissance acoustique disponible jusqu'à 15 KW.
- RTA : une première phase en mode TGP : Puissance acoustique à l'entrée jusqu'à 10 KW, Puissance frigorifique supérieure à 2 KW. Une deuxième phase en configuration torique permettant une puissance frigorifique de 50% supérieure au mode précédent.



Schéma d'ensemble du démonstrateur

## Caractérisation et modélisation des systèmes déphaseurs : effets non linéaires

*D. Baltean Carlès, A. Bétrancourt, E. Bretagne, G. Defresne, P. Duthil, M.X. François, J. Wu, ZB. Yu*

Le rôle clé des systèmes déphaseurs dans l'optimisation de la conversion d'énergie effectuée dans les machines thermoacoustiques résonantes est bien connu. Ils sont constitués par l'assemblage d'inertances et de capacités fluidiques associées à un élément dissipatif de type 'Vanne' ou partie résistive de l'inertance elle-même. Les vannes habituellement caractérisées par leur CV pour des écoulements continus doivent faire l'objet d'une étude en écoulement oscillant acoustique. En particulier pour les faibles CV, on peut s'attendre à des phénomènes de « jets ». Par ailleurs les coefficients de dissipation doivent être vérifiés et la description linéaire testée par des expérimentations. C'est le programme retenu. Il a conduit à des premiers résultats très utiles qui doivent être confirmés sur d'autres vannes pour en assurer le caractère intrinsèque.

Par ailleurs, la partie linéaire de l'impédance de Vanne a pu être « isolée » en utilisant une méthode de détection d'onset extrêmement précise. Ces travaux sont poursuivis.

## Etude numérique du pompage de chaleur thermoacoustique

*P. Duthil, C. Weisman, P. Cheng*

Cette étude fait suite à la thèse de Patxi Duthil soutenue le 15 juillet 2003 à l'UPMC et HKUST (Hong Kong). De nouveaux calculs viennent de démarrer pour confirmer le premier résultat excellent de cette thèse, qui avait conduit à une confrontation positive entre un calcul numérique en approximation faible Mach et une expérimentation. Il est également prévu d'utiliser la méthode numérique pour décrire le comportement de la cellule thermoacoustique incluant les échangeurs de chaleur.

## Analyse expérimentale et modélisation des effets de streaming

*D. Baltean-Carlès, P. Debesse, F. Lusseyran, M.X. François*

Cette étude est la première des deux actions nouvelles en 2005. Elle est supportée par la thèse de P. Debesse (ED SMAE- UPMC) et fait l'objet d'une collaboration avec l'équipe PIV de F. Lusseyran.

Les systèmes thermoacoustiques sont le siège de phénomènes non linéaires (hydrodynamiques, thermiques, acoustiques), responsables de l'apparition des écoulements continus dits de streaming (de second ordre) qui se superposent aux oscillations acoustiques dominantes (de premier ordre) et pénalisent ainsi l'efficacité des systèmes. Dans la littérature on trouve des modèles théoriques pour les différents types de streaming, valables en général pour des éléments « isolés » des systèmes et qui, pour la plupart, n'ont pas été validés expérimentalement. On veut réaliser une analyse expérimentale de ces effets non linéaires par la mesure PIV du champ de vitesse combinée à la mesure de pression et du champ thermique moyen, suivie d'une confrontation expérimental/théorie.

Dans une première étape, on étudie les effets (l'émission de jets ou de tourbillons) des singularités géométriques présentes aux extrémités des régénérateurs/stacks et des échangeurs de chaleur. Les modules transparents qui permettront (sous une pression moyenne jusqu'à 20 bars) les mesures PIV pourront être déplacés sur les bancs expérimentaux et donneront accès à la mesure de vitesse aussi bien dans des systèmes à ondes stationnaires qu'à ondes partiellement progressives. On réalise :

- mise au point de la méthode d'injection de microparticules : ensemencement.
- première étude expérimentale sur un banc thermoacoustique bien maîtrisé sur le plan acoustique.
- validation des résultats expérimentaux avec le code 1D numérique existant (basé sur la théorie linéaire de N. Rott) ; utilisation du champ de vitesse expérimental comme condition limite dans le code numérique 2D existant (basé sur un modèle d'écoulement compressible à faible Mach) ; comparaison du champ de vitesse expérimental/numérique 2D ; comparaison avec les prédictions théoriques de Hamilton et al. pour le streaming Rayleigh ; études du champ de vitesses en faisant varier la puissance acoustique de l'onde (varier le nombre de Mach) ; détermination expérimentale de la plage de validité du code 2D.

## Optimisation des architectures acoustiques des systèmes de conversion d'énergie

*A. Bétrancourt, E. Bretagne, M.X. François*

Il s'agit de la deuxième action nouvelle en 2005. Elle est supportée par la thèse d'Adrien Bétrancourt, dans le cadre d'une BDI CNRS cofinancée avec le Conseil Général de l'Essonne et Hekyom.

Les systèmes thermoacoustiques (entièrement thermiques) de réfrigération fonctionnent avec trois éléments de base : Le générateur d'ondes, le réfrigérateur et le tube résonant. Ce dernier doit permettre l'établissement du champ acoustique le plus intense possible, présentant les caractéristiques de déphasage entre pression et vitesse acoustique indispensables à la bonne conversion d'énergie. Les systèmes déphaseurs évoqués ci-dessus sont un élément supplémentaire de l'organisation du champ acoustique qui doit en outre prendre en compte les cellules (stack, régénérateur et échangeurs) elles-mêmes. L'objet de la thèse est la modélisation et le calcul d'un système naturellement très complexe pour en prévoir l'optimisation. On part des codes de calcul MARGO 1.9, CRISTA 2.0 et TADESIGN 2.1 développés au laboratoire. Ces codes permettent le calcul 1D du système total par tronçons. La première partie de la thèse a consisté à améliorer la version 1.0 de ces codes. La deuxième partie en cours consiste à passer à l'étape globale, c'est-à-dire à l'interconnexion de chaque tronçon. On utilise également un banc expérimental permettant la confrontation indispensable avec le calcul. La troisième partie consistera à mettre au point des algorithmes d'optimisation.

## Modélisation d'un régénérateur thermoacoustique

*D. Baltean-Carlès*

La modélisation du régénérateur, empilement de plaques ou de grilles où se réalise la conversion d'énergie, propagation acoustique et transfert de chaleur, est une étape incontournable de celle de la machine complète. Sa difficulté est double : d'une part, l'approche (actuelle) par des fonctions de forme reste limitée à des cas idéalisés plus ou moins éloignés de la réalisation pratique, d'autre part, il s'agit d'un milieu poreux topologiquement complexe difficile à modéliser. Pour lever cette difficulté, il a été décidé de développer l'approche milieu poreux. L'objectif poursuivi ici est d'établir un nouveau modèle du transport ayant lieu au sein du régénérateur, modèle qui devra prendre en compte explicitement le caractère poreux de celui-ci et les non linéarités locales qui y surviennent. Pour cela, on cherche à établir les équations non linéaires qui gouvernent le transport fluide-solide entre l'onde acoustique et le régénérateur. Les méthodes utilisées sont analytiques, basées sur les techniques classiques d'analyse asymptotique et d'homogénéisation des milieux périodiques.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Diana	Baltean	Ens-Ch	MC	Paris VI
Gérard	Defresne	Ens-Ch	Pr.Agrégé	Paris XI
Maurice Xavier	François	Ens-Ch	Pr1	Paris VI

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Adrien	Bétrancourt	Paris VI	SMAE
Philippe	Debesse	Paris VI	SMAE

## Collaborations de recherche

L'équipe ATT a poursuivi sa relation étroite avec principalement deux centres :

L'Université de Saint Jacques de Compostelle, Professeur F. VIDAL, spécialisée en particulier dans l'étude théorique et expérimentale des matériaux supraconducteurs à Haute température Critique (HTC). L'intérêt convergeant est dans la réfrigération de ces matériaux où le procédé thermoacoustique peut être un candidat. Manuel OSORIO, Post Doc de cette Université, est au LIMSI pour l'année académique 2005-2006.

Le laboratoire de Cryogénie de l'Institut de Physique et Chimie de l'Académie des Sciences de Chine à Pékin et avec Les Professeurs LI Qing, LUO Ercang, et l'Académicien ZHOU Yuan. Ce laboratoire travaille sur les mêmes thèmes que l'ATT à un niveau de compétence équivalent. Jihao Wu et ZhiBin Yu, post doc et doctorant de ce laboratoire ont visité le LIMSI respectivement en 2003-2004 (bourse France) et 2004-2005 (bourse Chine).

## Contrats de recherche et valorisation

Soutiens financiers pour cette opération de transfert :

- Contrat ANVARAO308217Q
- Action ASTRE dans le cadre de la convention UPMC/CG91-N373
- Soutien DAE-CNRS obtenu en novembre 2004
- Dossier de transfert ST110-1 : ingénieur de valorisation pour P. Duthil

### Mise en place d'un partenariat LIMSI-IPNO en R&D

Ce partenariat avec l'équipe R&D Basse Température de l'IPNO, dirigée par Jean-Pierre THERMEAU, et placée dans la division Accélérateur (Daniel GARDES) de l'IPNO a permis, en particulier, la réalisation d'un prototype dans le cadre du contrat ANVAR-UPMC et des soutiens de la DAE et de la subvention ASTRE du Conseil Général de l'Essonne. L'équipe mixte ainsi constituée devient de fait le nouvel espace de recherche technologique en thermoacoustique des laboratoires LIMSI et IPNO, en complément de l'espace de recherche académique au LIMSI. Une convention est en cours de signature.

## Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/09/2001	31/08/2004	Etude des vaporisateurs azote liquide	Thèse	Air Liquide	35 272 €	François Maurice-Xavier	Collaboration de recherche
01/11/2002	31/10/2004		Post-doc	Département de l'Essonne	20 000 €	François Maurice-Xavier	Collaboration de recherche
01/11/2004	31/12/2005	Soutien à la réalisation du démonstrateur		CNRS – DAE	75000 €	François Maurice-Xavier	Subvention
01/11/2004	31/12/2006	Soutien à la réalisation du démonstrateur	ASTRE	Conseil Général de l'Essonne	63000 €	François Maurice-Xavier	Subvention

## Valorisation et transfert

*E. Bretagne, P. Duthil, M.X. François*

Après un premier brevet en 2002, PCT en 2004, un deuxième brevet doit être publié le 15 novembre 2005. Le premier concerne les échanges de chaleur en thermoacoustique et le second concerne les architectures acoustiques de ces systèmes.

Par ailleurs, l'équipe LIMSI et l'IPNO soutiennent l'action de l'UPMC et du CNRS débutée en 2003 dans la création de la Start Up HEKYOM ayant pour programme le développement d'une ingénierie thermoacoustique appliquée à la réfrigération non polluante. Une licence d'exploitation des brevets UPMC-CNRS a été signée avec cette société. Les premiers résultats sont attendus en 2006.

## Production scientifique

### Thèses

1. Duthil, P., *Etude du pompage de chaleur thermoacoustique : approches numérique et expérimentale. Thèse Doct Mécanique, Université Paris 6/LIMSI, Orsay (2003).*

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Baltean, D., T. Levy, and S. Balint, *Diffusion-convection in a porous medium with impervious inclusions at low flow rates. Transport in Porous Media, 2003. 51: 1, 19-39.*
2. Bretagne, E., M.X. François, and H. Ishikawa, *Investigations of acoustics and heat transfer characteristics of thermoacoustic driven pulse tube refrigerators. Advances in Cryogenic Engineering, 2003. 49B, 1687-1695.*
3. Duthil, P., C. Weisman, E. Bretagne, and M.X. François, *Experimental and numerical investigation of temperature differences within a thermoacoustic cell. The International Journal of Transport Phenomena, 2004. 6: 4, 8 pages.*
4. Jebali, F., J.V. Lubiez, and M.X. François, *Response of a thermoacoustic refrigerator to the variation of the driving frequency and loading. International Journal of Refrigeration, 2004. 27: 2, 165-175.*
5. Khemis, O., R. Bessaih, A. Ali, and M.X. François, *Mesures des transferts thermiques couplés dans un réservoir cryogénique. European Journal of Mechanical and Environmental Engineering, 2003. 48: 4, 231-234.*
6. Khemis, O., M. Boumaza, M. Ait Ali, and M.X. François, *Experimental analysis of heat transfers in a cryogenic tank without lateral insulation. Applied Thermal Engineering, 2003. 23: 16, 2107-2117.*
7. Khemis, O., R. Bessaih, M. Ait Ali, and M.X. François, *Measurement of heat transfer in cryogenic tank with several configurations. Applied Thermal Engineering, 2003. 24: 14-15, 2233-2241.*
8. Nika, P., M. Feidt, M.X. François, Y. Bailly, and F. Lanzetta, *Effets thermoacoustiques dans un régénérateur cylindrique contenant un empilement de billes. International Journal of Refrigeration, 2004. 27: 2, 150-164.*

### Conférences avec actes et comité de lecture

1. Duthil, P., C. Weisman, E. Bretagne, and M.X. François. *Experimental and numerical investigation of heat transfer and flow within a thermoacoustic cell. in Eurotherm seminar 74 : Heat Transfer in Unsteady and Transitional Flows. 2003. Eindhoven, Pays-Bas. pp 6.*
2. Duthil, P., D. Baltean, A. Bétrancourt, M.X. François, Z.B. Yu, and J.-P. Thermeau. *Experiments and valve modelling in Thermoacoustic device. in CEC-ICMC 2005: 5th Cryogenic Engineering Conference and International Cryogenic Materials Conference. 2005. Keystone, USA.*

3. Duthil, P., D. Baltean, A. Bétrancourt, M.X. François, J. Wu, and Z.B. Yu. *Caractérisation des éléments de contrôle du champ acoustique dans les systèmes thermoacoustiques*. in *CFM 2005, 17-ème Congrès Français de Mécanique, AFM*. 2005. Troyes, France.
4. Duthil, P., J. Wu, M.X. François, Q. Li, and E. Bretagne. *Investigation of acoustic streaming in a thermoacoustic Stirling heat engine*. in *ICEC20: 20th International Cryogenic Engineering Conference and Exhibition*. 2004. Beijing, China.

### Congrès sans actes, workshops

1. Baltean, D., A. Bétrancourt, G. Defresne, P. Duthil, J.-P. Thermeau, and M.X. François. *Sound Wave Cooling : a new thermodynamic process*. in *METIME 2005: International Conference on Thermal Engines and Environmental Engineering*. 2005. Galati, Romania.
2. Baltean, D., A. Bétrancourt, G. Defresne, P. Duthil, M.X. François, J. Wu, and Z.B. Yu. *La réfrigération thermoacoustique*. in *Journée SFT : Machines thermiques exotiques*. 2004. Paris, France.
3. François, M.X. *Les cycles thermoacoustiques*. in *Deuxième Séminaire Carnot ENSMP*. 2005. Fontainebleau, France.

JEAN-PAUL SANSONNET

## Introduction

Le groupe de recherche Architectures et Modèles pour l'Interaction (AMI) du LIMSI-CHM été créé en janvier 2001. Ce groupe a pour objet d'étude l'interaction pour elle-même, dans les systèmes d'information médiatisés par ordinateur. Cette problématique apparaît aujourd'hui comme centrale pour la Communication Homme-Machine. Par la provenance de ses membres, ainsi que dans les thèmes abordés, le groupe AMI affiche une volonté de pluridisciplinarité autour d'un même objet. Notre démarche se veut à la fois :

- Conceptuelle, en proposant des analyses et des modèles de l'Interaction dans les Systèmes d'Information Médiatisés
- Finalisée, en proposant des architectures de systèmes informatiques effectives pour le support de l'Interaction Médiatisée
- Appliquée, par la mise en oeuvre des modèles et des architectures que nous développons dans le domaine de l'assistance à l'interaction : aide au handicap, aide à l'apprentissage, aide aux collectifs communicants.

Aujourd'hui, le groupe AMI voit la cohérence de sa thématique générale se renforcer autour de deux grandes problématiques :

- Etude de la modalité des interactions : cette première problématique concerne la manière dont les informations sont présentées aux utilisateurs. Elle fait l'objet des deux premiers thèmes de recherche du groupe : Interactions Multimodales et Visualisation Interactive d'Information
- Etude des interactions communicatives : cette seconde problématique concerne les contenus qui sont échangés entre les agents participants à des activités médiatisées. Elle fait l'objet des deux autres thèmes de recherche du groupe : Pratiques Collectives Distribuées et Agents Conversationnels.

## Présentation de la recherche

### Thème Interaction multimodale

*Y. Bellik, S. Buisine, D. Béroule, O. Grynszpan, C. Jacquet, J.-C. Martin, C. Rousseau, F. Vernier*



*Utilisation de la plate-forme Eloquence pour la gestion des sorties multimodales dans le simulateur d'un avion de combat de type Rafale de Thalès-Avionics*

Les activités de recherche du thème « Interaction Multimodale » se déclinent en deux axes selon que l'interlocuteur est un ordinateur clairement identifié, ou l'environnement de l'utilisateur.

### Interaction Homme-Ordinateur

Le premier axe concerne l'étude des différentes capacités d'interaction possibles entre un humain et un ordinateur. Il s'agit, d'une part, d'approfondir notre connaissance sur le comportement multimodal humain afin d'en tirer des recommandations pour la conception des systèmes interactifs multimodaux. D'autre part, il s'agit de maintenir à niveau notre connaissance des systèmes et des différents dispositifs de communication Homme-Machine qui sont en constante évolution (systèmes de reconnaissance/synthèse de

parole, systèmes de reconnaissance/synthèse de gestes, dispositifs d'interaction tactiles, oculomètres, etc.). Il faut en cerner les possibilités et les limites, avec comme objectif de proposer des modèles d'architecture logicielle qui tirent pleinement parti des possibilités d'interaction offertes par ces systèmes tout en prenant en compte leurs limites technologiques.

Cette double préoccupation (connaissance de l'humain, connaissance du système) vise à produire des modèles d'interaction multimodale au sein desquels les modalités d'interaction arrivent non seulement à cohabiter mais surtout à coopérer de façon la plus harmonieuse et la plus intuitive possible pour l'être humain. Il y a quelques années, nos études s'étaient focalisées autour de l'interaction multimodale en entrée (de l'homme vers la machine) et de la fusion multimodale. Ces dernières années, nous avons orienté nos recherches vers les problèmes posés par la multimodalité en sortie (de la machine vers l'homme) et par la génération multimodale. Ces recherches ont comme support d'une part l'étude d'agents conversationnels animés multimodaux (cf. thème Agents Conversationnels), et d'autre part l'étude de systèmes multimodaux dynamiques et contextuels, capables d'adapter leur comportement selon le contexte d'interaction courant. Ces derniers travaux sont menés dans le cadre du projet INTUITION (INTeraction mUltimodale Intégrant les Technologies InnOvaNtes) financé par la DGA et regroupant outre le LIMSI, deux autres laboratoires de recherche (CLIPS-IMAG, IRIT) et un industriel (Thalès-Avionics). Ils nous ont permis de proposer un modèle conceptuel pour la présentation multimodale d'information, dénommé WWHT (What, Which, How, Then), ainsi qu'une plate-forme logicielle, appelée ELOQUENCE, pour l'aide à la conception, le développement et l'évaluation de systèmes multimodaux en sortie. Cette plate-forme, inspirée directement du modèle WWHT, a été appliquée dans le cadre du projet INTUITION pour le développement de l'interface en sortie du simulateur Rafale de Thalès-Avionics. Une deuxième application au domaine de l'ATC (Air Traffic Control) est en cours d'étude.

## Interaction Homme-Environnement

Le deuxième axe, plus récent, est une extension du premier à l'étude de l'interaction entre un humain et des objets quotidiens de son environnement (informatique ambiante ou diffuse). Nous sortons ici du cadre classique de l'interaction sédentaire sur station de travail pour entrer dans celui de l'interaction mobile avec des objets de l'environnement au sein d'un contexte en perpétuelle évolution. Nous nous sommes intéressés dans un premier temps aux mécanismes de capture et d'accès au contexte. Nous avons proposé une plate-forme qui permet d'encapsuler les capteurs physiques du contexte à l'intérieur de composants logiciels, de réaliser une abstraction progressive des données du contexte grâce à une organisation en couches successives de ces composants et de regrouper ces informations dans une base de données appelée ruche. La ruche permet un découplage total entre d'une part la capture du contexte, et d'autre part son utilisation par les applications. Il devient alors possible de changer complètement la façon d'acquérir une donnée du contexte, sans pour autant devoir recompiler, ni même arrêter l'exécution des applications utilisatrices. Après avoir finalisé cette plate-forme, nous nous intéressons actuellement aux architectures à agents pour l'informatique ambiante. Notre idée est de représenter à la fois les utilisateurs et les objets par des agents. De cette façon, il sera possible de construire une infrastructure totalement décentralisée, dans laquelle les échanges seront tous banalisés, qu'ils aient lieu entre objets, ou entre objets et humains. Une première application concernant l'affichage coopératif d'informations sur écrans publics a été réalisée. On se place ici dans le contexte d'une gare ou d'un aéroport dans lequel les voyageurs munis de leur billet (dotés de tags RFID) viennent consulter des informations concernant leur train ou leur vol sur des écrans publics (dotés de lecteurs RFID). Le système doit présenter de façon optimale ces informations en sélectionnant les trains ou les vols à afficher en fonction des utilisateurs situés à proximité et de la capacité d'affichage des écrans. Ceux-ci (les écrans) coopèrent entre eux dynamiquement de manière à éviter une surcharge informationnelle inutile pour le voyageur. Ces travaux sont menés en collaboration avec Supélec (École Supérieure d'Électricité).

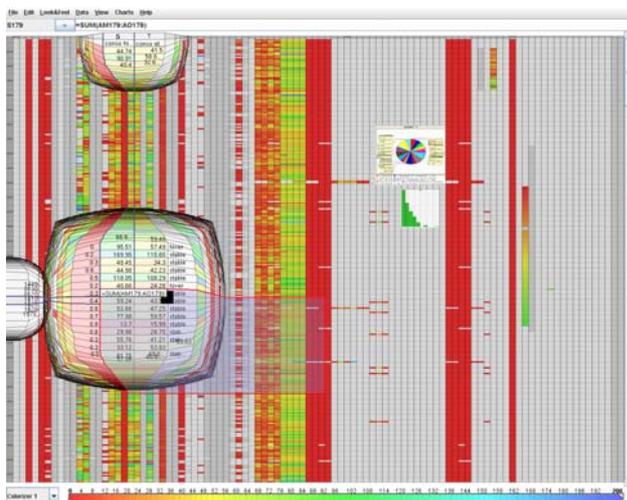
## Application au handicap visuel

Les résultats de deux axes de recherche présentés ci-dessus trouvent une application directe dans le domaine du handicap visuel. Ainsi, une collaboration a été établie avec l'école de technologie supérieure de Montréal dans le but d'appliquer nos résultats sur la présentation multimodale d'informations au problème de l'accès aux mathématiques pour les non voyants. Par ailleurs, après la collaboration fructueuse que nous avons eue avec le laboratoire Aimé Cotton et qui a donné naissance au TéléTact 2 (une canne électronique laser bimodale exploitant le retour tactile et le retour sonore), nous avons décidé de poursuivre cette collaboration en vue d'appliquer les résultats du deuxième axe de recherche au problème de l'aide au déplacement des non-voyants. L'objectif cette fois-ci est d'arriver à fournir à l'utilisateur aveugle non

seulement des informations analogiques de distance aux obstacles mais également des informations de nature symbolique sur ces obstacles (numéro de bureau, nom de l'occupant, sens d'ouverture de la porte, etc.).

## Thème Visualisation d'information

C. Jacquemin, F. Vernier, L. Abes



*Le tableur FiCell à bulles fisheyes permettant l'analyse rapide de table de plus de 100.000 cellules : Application à la visualisation des comportements de consommation électrique des boulangeries françaises (Projet EDF PDS)*

### Visualisation de grandes hiérarchies

Afin de disposer d'algorithmes fouille de données interactives, nous avons développé des travaux sur la visualisation de classes hiérarchiques de données documentaires (en collaboration avec EDF R&D pour les grandes masses de données et en coopération avec l'IRIT, le LPEQ, le LIP6 et l'ERSS dans le cadre d'un projet Société de l'Information). Ce travail se prolonge par la visualisation de hiérarchies empiétantes. Ce thème est le sujet de thèse de L. Abes qui vient de rejoindre le thème Visualisation d'Information, en collaboration avec le laboratoire CEREMADE de l'Université Paris XII. Ces visualisations s'appuient sur le développement d'un outil de modélisation de scènes 3D interactives Virtual Choreographer, utilisé au LIMSI pour plusieurs projets de réalité virtuelle ou augmentée et en cours de portage sur la plate-forme evi3D en collaboration avec l'action transversale **VENISE**.

### Autres applications de la modélisation de scènes multimédia interactives

Virtual Choreographer a également servi à la réalisation de scènes de réalité augmentée audio pour les expérimentations cognitives sur les représentations de l'espace auditif avec des aveugles ou des voyants momentanément privés de vue, en collaboration avec le groupe PS. Il sert également à la modélisation et l'animation de têtes parlantes au format MPEG4, en collaboration avec d'autres thèmes de AMI, LIR et PS dans le cadre de l'Action Incitative (AI) du LIMSI « Têtes Parlantes » sous la responsabilité de J.-C. Martin. Nous recherchons également de nouvelles problématiques scientifiques dans les applications de la réalité virtuelle ou augmentée aux domaines artistiques : l'oeuvre immersive mar:3D de B. Planes présentée à la biennale SIART à La Paz, la réalisation d'instruments de musique virtuels en collaboration avec l'atelier PuceMuse, l'IRCAM et le LAM, et l'animation d'une thématique sur les applications artistiques de l'interaction homme/machine initiée par un atelier à la conférence IHM 2005.

### Nouvelles interfaces

La généralisation du range-slider à la colorisation segmentée en tant qu'outil de navigation pour la visualisation. Le projet BiSlider est effectif en environnement multimédia (page Web) et en environnement applicatif standard. Ce projet fait l'objet d'une mise à disposition comme logiciel libre (<http://bislider.dev.java.net>). Il s'applique à la colorisation interactive de données et à la visualisation d'histogrammes de répartition interactifs. Une autre interface augmentée est le support horizontal (TableTop) qui est utilisé dans la visualisation cartographique de cartes réparties sur le réseau avec collaboration. Projet ROC. Ce projet a fait l'objet de plusieurs actions collaboratives :

- étude de la perception spatiale multi-équipes des enjeux et développement d'un prototype

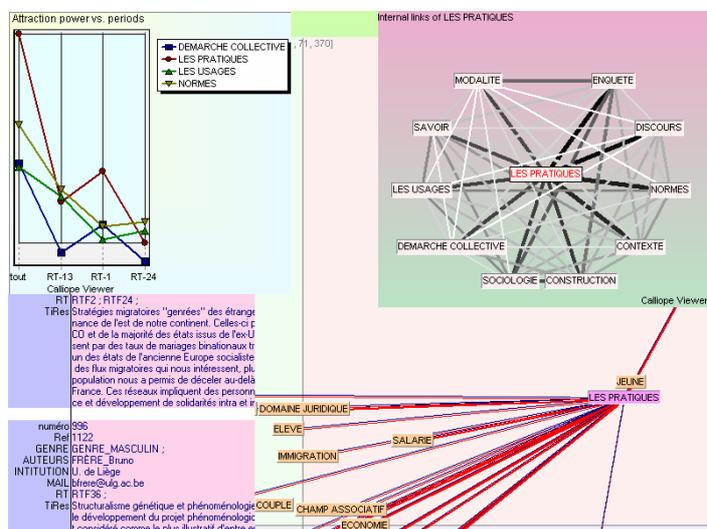
- utilisation du support horizontal qui a demandé le développement de la librairie DiamondSpin pour table digitale en collaboration avec MERL (Mitsubishi Electric Research Laboratories)
- étude de l'utilisation simultanée, de la gestion des points de vue multiples autour de la table
- comparaison d'approches de visualisation orientées
- création des CoR2Ds: Menus contextuels déplaçables et réorientables

## Visualisation de grands ensembles de données

La visualisation de grandes tables multidimensionnelles : ce projet en collaboration avec EDF R&D a permis de consolider la plate-forme FiCell, d'apporter la visualisation de graphiques (charts), le défilement vertical en plus de la technique des fisheyes et la visualisation de dépendance inter-cellules. Il a donné lieu à l'application à la visualisation des informations énergétiques des boulangeries françaises. Sur le plan cognitif, l'étude de la loi de Fitts pour le cadre des interfaces fisheye en collaboration avec Stéphanie Buisine, thésarde du groupe AMI, actuellement membre de l'ENSAM-LCPI.

## Thème Pratique collectives distribuées

*B. Turner, D. Béroule, M.-F. Castaing, L. Pointal, J.-P. Sansonnet, M. de Saint Léger, G. Ripoché, H. Zargayouna, M.-J. Pierrat.*



« Outiller les PCD pour une aide à l'analyse des contenus d'échanges et de leur suivi dans différents corpus »

## Les espaces informationnels habités

Les systèmes d'information de demain seront des espaces informationnels habités. Les personnes qui les utilisent seront informées de l'activité des autres. Elles pourront consulter les informations que ces derniers ont jugées pertinentes, se servir de leur exemple pour orienter leurs propres comportements ou être guidés dans la réalisation de leurs démarches individuelles. Dans ces espaces informationnels habités, un travail collectif se fera pour annoter, classer et évaluer des connaissances disponibles, et pour en tirer des conclusions quant aux actions à réaliser ensemble. Un tel travail sera assuré simultanément par des Hommes et des Machines à condition que se mettent en place des organisations socio-cognitives, respectueuses des normes et des valeurs d'un bien-être collectif. L'outillage des espaces informationnels habités est l'objectif des recherches socio-informatiques menées par l'équipe PCD. Celle-ci se sert du concept d'« objets informationnels » pour essayer de spécifier les conditions d'une action avec d'autres dans ces espaces habités.

- Des objets de synthèse : (*D. Béroule, M. de Saint Léger, M.-J. Pierrat, L. Pointal, B. Turner*). Ces objets sont produits lors d'un traitement automatique des données linguistiques. Ils peuvent prendre la forme de listes de mots extraits des textes, de catégories résultant de la mise en œuvre de programmes de classification, de cartes conceptuelles fabriquées par différentes techniques de visualisation. L'objectif est de tester leur utilité pour augmenter la réflexivité de l'action collective et faciliter la formation de liens sociaux
- Des objets actifs : (*M.-F. Castaing, J.-P. Sansonnet, G. Ripoché, H. Zargayouna*). Les agents assistants sont en développement pour aider les habitants d'un espace informationnel à trouver des connaissances utiles à leur activité. (voir le thème « Agents conversationnels »). L'étude de la mise en usage social de ces assistants a un triple objectif :

- confirmer leur utilité pour structurer l'accès aux contenus d'un espace informationnel
- explorer le lien entre la structuration de ces accès et l'évolution de la confiance collective dans la capacité de faire des choses ensemble
- contribuer, par la connaissance de ce lien, à la construction de représentations formelles et adaptatives (ontologies, langages à balises, méta-données, langages iconiques...) permettant de renforcer l'action collective médiatisée par ordinateur

## Projets en cours

Sur les objets de synthèse, nous adoptons deux perspectives : celle de l'individu en société afin d'analyser le rôle des émotions dans la formation du lien social ; et celle des structures sociales pour analyser leur influence sur la fabrication de ces liens.

Le conflit est reconnu comme étant une des dynamiques du développement socio-cognitif, cependant, si les conflits interpersonnels deviennent trop intenses, c'est la rupture des liens sociaux et l'impossibilité d'une action collective. Le modèle qu'utilise Dominique Béroule pour traiter le rôle des émotions dans la gestion des conflits socio-cognitifs est appelé « réseau à propagation guidée (GPN) ». D'une part, une situation sociale est modélisée comme étant un flux constamment renouvelé de documents produits par des acteurs distribués dans des contextes géographiques, économiques et sociaux divers. Ces documents sont indexés par des mots chargés d'une valence émotionnelle qui varie selon leur contexte d'utilisation. D'autre part, le système GPN possède une mémoire contextuelle qui enregistre l'historique des emplois successifs des mots dans des situations sociales particulières. Enfin, la coïncidence est calculée entre les mots entrants en vertu de l'arrivée des flux documentaires et la structure de leurs emplois dans la mémoire contextuelle. Il en résulte un classement des documents selon l'émotion qu'ils sont susceptibles d'engendrer étant donné l'état des relations interpersonnelles dans la situation sociale étudiée.

Les échangés au sein d'un collectif sont des dispositifs de médiation des relations sociales permettant l'organisation du travail collaboratif. Dans ce cadre là, il est important, d'une part, de réunir le vocabulaire commun à des acteurs, d'autre part d'assurer sa mise à jour automatique en accord avec eux, et enfin, de leur proposer une médiation assistée par ordinateur par la visualisation de réseaux sociaux qui se construisent. Pour aider à la réalisation du premier point, L. Pointal a adapté l'usage de TreeTagger au langage Python produisant un net gain de temps pour l'étiquetage lexical de multiples petits fichiers de texte. Son programme est disponible en Open Source. Il sert actuellement pour l'allemand, l'anglais et le français. Il a été mis en fonctionnement sur la plateforme MacOSX (en plus de Windows et Linux). Pour le deuxième point, Marie-Josèphe Pierrat prépare une thèse sur les nouvelles formes de coopération entre professionnels de l'information et chercheurs scientifiques en matière de gestion lexicale et des ontologies. Enfin, Mathilde de Saint Léger et Bill Turner développent une analyse des réseaux sociaux moyennant l'étude des interactions médiatisées par les documents.

Sur les objets actifs, une première orientation vise la construction des logiciels assistant la recherche documentaire ; l'autre vise à mieux comprendre le rôle des interactions langagières dans la structuration des pratiques collectives distribuées.

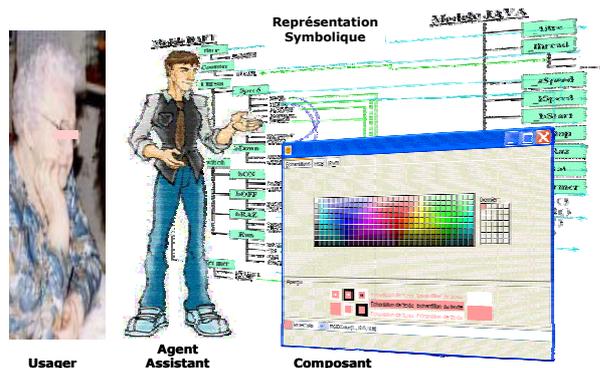
Pour H. Zargayouna, l'ambiguïté du langage naturel peut être réduite en se servant des annotations définissant la structure logique de documents. La connaissance de celle-ci permet de calculer la pertinence des termes par rapport à une balise XML (au contexte) et non au document. Mais la pertinence recherchée n'est pas seulement statistique, elle est également et peut-être surtout sémantique. La signification des termes est décrite par couplage avec une ontologie précisant, pour un domaine donné, ses concepts et les relations socialement reconnues entre ces concepts. L'objectif de cette recherche à terme est de créer des ontologies par apprentissage afin de les adapter dynamiquement aux différents profils d'utilisateurs qui habiteront les espaces informationnels du Web. L'optique de Marie-Françoise Castaing est différente. Pour elle, le langage naturel est source d'ambiguïté puisque le sens des mots vient en grande partie de leur utilisation dans des situations socio-culturelles spécifiques. Les icônes ont, quant à elles, un sens suffisamment général pour être facilement compréhensible par des personnes de cultures différentes. Le développement des langages iconiques par des ergonomes contribue à l'ouverture des espaces interculturels sur le Web.

G. Ripoché et J.-P. Sansonnet travaillent sur les mécanismes de gestion distribuée de problèmes dans la communauté Mozilla. Les rapports (bug reports) servent de support à l'interprétation collective des problèmes et à l'articulation des activités liées à leur résolution. Leur approche se concentre sur le développement d'outils de traitement sémantique de ces interactions médiatisées par les bug reports et sur

l'application de tels outils à l'analyse des processus collectifs. Les résultats obtenus ont permis de mettre en valeur la présence (ou l'absence) de relations entre les interactions au sein d'un collectif et le processus engagé de résolution des problèmes. La connaissance de ces relations qu'apporte l'application des méthodes de traitement sémantique des interactions confirme l'intérêt de construire des représentations formelles et adaptatives pour mener à bien des analyses à très grande échelle (le système de gestion de problèmes de Mozilla contient plus de 300 000 rapports de problèmes publiés depuis 1998, soit plus de trois millions de messages).

## Thème Agents conversationnels

*J.-C. Martin, J.-P. Sansonnet, J.-P. Fournier, S. Abrilian, O. Grynszpan, S. Buisine, D. Leray*



*La problématique des Agent Assistants d'interface vise à permettre aux utilisateurs novices et/ou sporadiques d'accéder aux fonctionnalités des très nombreux composants logiciels et services web qui leurs sont actuellement proposés. Pour cela, l'agent assistant doit être capable de répondre en situation temps réel à des questions exprimées en langue naturelle*

Le thème « Agents Conversationnel » du groupe AMI a pour objectif l'étude d'interactions dialogiques entre des agents humains et des agents logiciels se présentant généralement sous la forme d'agents assistants d'interface. Dans ce domaine, trois directions de recherche sont étudiées en interaction avec les autres thèmes du groupe AMI et les Actions Incitatives (AI) du LIMSI (citons l'AI « Tête Parlante »).

## Agents Conversationnels Animés

La première direction de recherche porte sur les agents conversationnels animés (« Embodied Conversationnal Agents » en anglais). Il s'agit ici de compléter l'Interface Homme-Machine graphique usuelle avec des personnages virtuels utilisant des signes non-verbaux qui ont un rôle capital dans la communication humaine (regard, expressions faciales, gestes de la main, postures). L'approche développée dans cette direction de recherche consiste : à développer des modèles de comportements multimodaux à partir de corpus, puis à appliquer ces modèles à l'interprétation du comportement de l'utilisateur et à la spécification du comportement multimodal de l'agent conversationnel.

Dans le cadre du projet européen IST-NICE qui s'est terminé en 2005 avec la thèse de Stéphanie Buisine soutenue en Avril 2005, nous avons travaillé sur la spécification, le développement et l'évaluation d'agents conversationnels bi-directionnellement multimodaux : l'utilisateur combine parole et gestes 2D via une tablette tactile pour interagir avec des personnages 2D. Lors d'expériences de type Magicien d'Oz (dans lesquelles la compréhension de la parole et des gestes de l'utilisateur est simulée), des données qualitatives et quantitatives sur le comportement des sujets sont enregistrées et analysées grâce à une plate-forme expérimentale que nous avons mise en place en intégrant des outils existants pour l'annotation. Ces données ont servi à évaluer l'utilisabilité et l'apport de tels agents conversationnels ainsi qu'à construire un modèle du comportement des utilisateurs qui a été utilisé pour concevoir le système fonctionnel (HCA PT2).

Dans le cadre de la thèse d'O. Grynszpan, une plateforme de conception de jeux éducatifs a été développée pour évaluer les performances d'adolescents autistes dans deux domaines d'apprentissage (dialogue et planification spatiale) en faisant varier différents médias et modalités (synthèse vocale, sons, images d'expressions faciales, graphes...).

Dans le cadre de la thèse de S. Abrilian en collaboration avec le groupe de recherche TLP (Laurence Devillers), et dans le cadre du réseau d'excellence HUMAINE du 6ème PCRDT, un corpus de comportements multimodaux émotionnels spontanés a été collecté et annoté. Ce type de corpus est capital pour envisager des modèles réalistes utilisables pour la spécification d'agents conversationnels. En coopération avec

l'Université Paris 8 (C. Pélauchaud), une approche copie-synthèse a été adoptée pour étudier la correspondance entre niveaux d'annotation et de spécifications des émotions.

## Agents Conversationnels Assistants

Au sein de la problématique des Agents Conversationnels, nous nous intéressons aux Agents Assistants d'Interface qui sont des outils destinés à apporter une aide interactive, en situation temps réel, pour des usagers novices dans les nombreuses applications et services qui se diffusent partout dans la société de l'information. Il s'agit de développer des agents capables de raisonner sur la structure et le fonctionnement des applications qu'ils sont chargés d'assister afin de répondre aux requêtes (contrôle/commande) et aux questions posées en langue naturelle (demande d'aide) par les usagers en cours d'utilisation.

Ce sujet a été développé précédemment dans le cadre du projet InterViews [1999 – 2004], pour des petits composants logiciels actifs, enchâssés dans des pages Web. Le modèle et le « runtime » de ces composants sont représentés dans un formalisme symbolique unique (VDL - View Design Language) qui limite fortement leur développement en pratique. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé, en 2004, d'étendre le domaine applicatif à des composants plus complexes, des applications classiques, écrites en Java par exemple. Ceci a amené à proposer un nouveau projet, nommé DAFT, avec une architecture qui fait apparaître dorénavant une séparation nette entre le formalisme symbolique du modèle et le code applicatif du composant effectif.

Parallèlement au développement de l'architecture DAFT (dont la première version a été démontrée en décembre 2004), nous avons poursuivi des travaux, de nature plus théorique, sur la notion d'agent rationnel, c'est-à-dire sur le développement des fonctions de raisonnement symbolique des outils d'assistance sur le modèle dynamique des applications. Une première étude porte sur le problème de la Référence Extensionnelle Associative, problème classique en TALN, pour lequel les agents conversationnels apportent un cadre et des contraintes nouvelles. Un modèle a été proposé qui est fondé sur la notion de Construction Située et d'Observateur dans le cadre de la thèse de G. Pitel (soutenue en Septembre 2004). Une deuxième étude porte sur la capacité décisionnelle des agents en rapport avec les préférences exprimées par les usagers et vise à développer un opérateur de décision fondé sur une analyse qualitative des alternatives et non quantitative comme dans le calcul classique de la fonction d'utilité. Ce travail fait l'objet de la thèse de G. Meyer, en co-encadrement avec V. Louis à France Telecom R&D. Enfin, il faut signaler qu'au niveau national, nous avons été moteur dans la création, et l'animation avec S. Pesty du Leibniz, d'un Groupe de Travail au sein du GDR I3 en 2004 « Agents Conversationnels Animés » - GT ACA - <http://www.limsi.fr/aca/>.

## Agents Conversationnels pour l'Enseignement

Cette direction de recherche a essentiellement consisté, en 2005, à poursuivre le développement du logiciel ActiveTutor ce qui a permis de le présenter dans plusieurs conférences nationales et internationales. Le principe de base de cet outil est de montrer simultanément les textes des algorithmes concernés et le déroulement des événements qui se produisent en mémoire pendant une simulation de son exécution, soit en assistant un pédagogue donnant un cours magistral, soit en assistant un élève, isolé ou au sein d'un groupe. Ce logiciel implique à la fois des agents élémentaires, au sens des systèmes multi-agents et des agents conversationnels, chargés de relayer les messages contextuels que le pédagogue souhaite émettre. Le but de ce logiciel est à la fois de proposer un outil d'enseignement très visuel et interactif pour l'enseignement de l'algorithmique objet, et de proposer un objet d'étude du comportement d'apprenants en présence d'une situation d'apprentissage. Il est capable d'employer des algorithmes écrits librement, en utilisant différentes grammaires, contrairement à la plupart des outils similaires, qui généralement sont étroitement liés à un langage de programmation particulier. C'est aussi le logiciel qui place intelligemment les objets dans l'interface, et qui surveille ensuite ce que l'utilisateur en fait, interprétant ses éventuelles actions comme autant d'indications ou de critiques utilisés ensuite pour apprendre à mieux présenter les objets. Il permet aussi de produire sans effort des clips visuels et sonores qui peuvent accompagner un ouvrage didactique électronique. L'outil a continué de s'enrichir par au moins trois aspects : lorsque la situation contextuelle s'y prête, apparition d'un avatar qui s'exprime à l'aide d'une synthèse vocale ; chaque objet apparaissant dans l'interface est associé à un agent responsable de son aspect, les différents agents exprimant leur degré de satisfaction négociant ensuite l'espace dont ils disposent ; une fenêtre synthétique présente la structure de données étudiée comme le professeur aurait aimé la dessiner au tableau.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Dominique	Béroule	Ch	CR1	CNRS
Jean-Paul	Sansonnet	Ch	DR1	CNRS
Yacine	Bellik	Ens-Ch	MC	Paris XI
Jean-Pierre	Fournier	Ens-Ch	MC	Paris XI
Christian	Jacquemin	Ens-Ch	Pr2	Paris XI
Jean-Claude	Martin	Ens-Ch	MC	Paris VIII
Frédéric	Vernier	Ens-Ch	MC	Paris XI
Marie-Françoise	Castaing	ITA	IR2	CNRS
William	Turner	ITA	IR1	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Sarkis	Abrilian	Paris XI	Phys. Astrophys.
Ouriel	Grynszpan	Paris XI	Informatique
Christophe	Jacquet	Paris XI	Informatique
David	Leray	Paris XI	Informatique
Gabriel	Ripoche	Paris XI	Informatique
Cyril	Rousseau	Paris XI	Informatique
Haifa	Zargayouna	Paris XI	Informatique

## Participation à des instances

### Instances d'évaluation ou d'expertise

- Y. Bellik est :
  - Expert pour l'appel à projets « Technologies pour le Handicap » 2004
  - Expert pour l'appel à projets RNTL 2003
  - Reviewer pour EURASIP JASP (Journal on Applied Signal Processing)
  - Reviewer pour Kluwer Academic Publishers
  - Reviewer pour UAIS Journal (Universal Access in the Information Society)
  - Reviewer pour JNLE (Journal for Natural Language Engineering)
  - Reviewer pour SCI 2003 (Systemics, Cybernetics and Informatics)
  - Reviewer pour CAPS 2003
  - Membre du comité de rédaction de RIHM (Revue d'Interaction Homme-Machine)
  - Responsables des articles courts d'IHM 2004
  - Membre du comité de programme d'IHM 2004
- J.-P Sansonnet est :
  - Expert pour le cluster scientifique Rhône-Alpes, juin 2005
  - Expert pour les projets de la campagne ANR 2005 (6 projets), sept 2005
  - Expert pour le BQE Université de Méditerranée, juin 2005
  - Expert pour les projets COFECUB (France-Brésil), 2003 -2004
  - Revue des projets CMCU Section Franco-tunisienne, janv 2004 Paris
  - Membre du comité scientifique de la revue TSI
  - Membre du Comité scientifique des conférences : MFI 2005, JFIADSM 2004-2005, JMAC 2005, EUMAS 2005, ICALP 2005.
  - En 2004, J.-P. Sansonnet a créé avec S. Pesty du Leibniz le Groupe de Travail sur les Agents Conversationnels Animés (GT ACA)

- Organisation du premier colloque WACA 01 avec S. Pesty 13-14 juin 2005
- Co-organisation avec P. Paroubek de la journée AGENTAL, de l'ATALA, Paris ENST, 13 mars 2004
- J.-C. Martin a participé aux comités scientifiques et comités de programme suivants :
  - Signal Processing special issue on Multimodal Interaction : évaluation de 2 articles en 2005
  - International Journal of Speech Technology (IJST) : évaluation d'un article en 2005
  - Journal Human-Computer Interaction : évaluation d'un article en 2004
  - Revue d'Intelligence Artificielle, numéro spécial sur les interactions émotionnelles, 2005, évaluation de 2 articles
  - ACII'2005 : 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction. October 22-24, 2005 Beijing, China. Relecture de 9 articles (8 pages)
  - ICMI'2005 : 7th International Conference on Multimodal Interfaces. October 04-06, 2005. Trento, Italy. Relecture d'un article (8 pages)
  - Interspeech'2005 : 9th European Conference on Speech Communication and Technology. September 4-8 in Lisbon, Portugal. Relecture de 9 articles (4 pages)
  - IHM'2005 : French Conference on Human-Computer Interaction : Relecture de 3 articles longs et 3 articles courts, Toulouse, 27-30 septembre 2005
- C. Jacquemin a participé aux comités scientifiques et comités de programme suivants :
  - Coéditeur de la revue Natural Language Engineering (1999-)
  - Relecteur pour la revue I3 (2 articles)
  - Relecteur pour la revue Computational Intelligence (1 article)
  - Expert pour les projets de la campagne ANR 2005 (1 projet), sept 2005
  - Membre du conseil scientifique des conférences H2PTM2005, JFT2003

## Instances d'administration de la recherche

- Y. Bellik est :
  - Animateur du Groupe de travail « Interaction Multimodale » G.T 4.3 du GDR I3
  - Membre du bureau de la commission de spécialistes 27ème section, Université d'Orsay Paris XI (2001-2003)
  - Membre titulaire de la commission de spécialistes 27ème section, Université d'Orsay Paris XI (2001-2006)
  - Membre suppléant de la commission de spécialistes 25-26-27ème section, de l'Université de Nouvelle Calédonie (2004-2006)
  - Membre du conseil scientifique du laboratoire LIST du CEA (2005-2006)
  - Membre associé de l'action transversale VENISE
  - Membre du Conseil de Laboratoire du LIMSI (2005-)
  - Membre du Comité d'Orientation du réseau RIAM (2000-)
  - Responsable du Master Professionnel d'Informatique de l'Université Paris 11 (2000-2005)
  - Vice-président du département Informatique (2005-)
  - Suppléant de Marie-Christine Rousset dans la commission spécialistes 27ème section de l'Université de la Nouvelle Calédonie
  - Membre du Conseil de Laboratoire du LIMSI
  - Membre associé de l'action transversale VENISE du LIMSI
- C. Jacquemin est :
  - Vice-président du département Informatique de Paris XI
- F. Vernier est :
  - Responsable pédagogique de la 4ème Année de la FIIFO
- M.-F. Castaing est :
  - Membre du groupe mixte de travail animé par la Direction Générale des Ressources Humaines du CNRS sur l'évaluation des ITA
  - Membre du comité d'organisation et du comité scientifique du prochain Workshop 2006 à Berlin

- W. Turner est :
  - Membre du GDRI – Netsuds : Technologies de l’information et de la communication et « développement » dans les « Suds »
  - Membre des Comités de Programme : COOP’2006, IC’2006
  
- J.-P Sansonnet est :
  - Membre du Conseil de la Division de la Recherche de Paris XI
  - Membre de la Commission Pédagogique de la Division de la Recherche de Paris XI
  - Membre de la Commission ad hoc de la délégation aux thèses en informatique de Paris XI
  - Membre de la commission d’enseignement de Supélec (section informatique)
  - Membre du Comité National du CNRS - Section 34. (Jusqu’en juin 2004)
  - Membre du Comité de Direction du GDR I3
  - Membre suppléant de la Commission de Spécialistes 27ème section de l'Université d'Orléans (jusqu'en juin 2004)
  - Membre suppléant de la Commission de Spécialistes 7ème section de l'Université de Paris IV Sorbonne
  
- J.-C. Martin :
  - est membre élu du Conseil Scientifique de l’Université Paris 8
  - participe aux réunions de réflexion sur l’organisation de la recherche et du master en Sciences et Technologies à l’Université Paris 8
  
- H. Zargayouna est :
  - Membre du Comité de Programme RJCRI’06 (1ères Rencontres Jeunes Chercheurs en RI)

## Enseignement et diffusion des connaissances

- Cyril Rousseau a enseigné en 2003-2004 (TER de Génie Logiciel en IUP2 : 42h TD) et 2004-2005 (TD d'Algorithmique/C++ en IUT1 : 32h TD)
- Y. Bellik est : Chargé de cours dans le Master « Technologies et Handicap » de l'Université Paris 8, 2005 ; responsable de matière (Langage) à l'IUT d'Orsay 2003, 2004, 2005 ; chargé de cours, TD et TP en « Architecture des ordinateurs » à l'IUT d'Orsay 2003, 2004, 2005 ; chargé de cours, TD et TP en « Algorithmique et Langage » à l'IUT d'Orsay 2003, 2004, 2005
- Christian Jacquemin et Frédéric Vernier participent à des enseignements en Licence 1 (Images numériques), Licence 3 (Informatique Graphique 1), Master Professionnel (Indexation et recherche d'information et Rendu graphique avancé), IFIPS (Option Graphisme et Multimédia) et accueil de TER stages, Master Professionnel (Visualisation d'Information)
- Haifa Zargayouna : 2003-2004 : Université de Paris 11, Licence et IUP : Bases de Données FIIFO : ACSI (Analyse et Conception des Systèmes d'Information) et en 2004-2005 : IUT de Villeteuseuse Licence : Pratique d'Unix 1ère année DUT : UML + Merise (Analyse et Conception des Systèmes d'Information)
- William Turner : Université Marne la Vallée, Master « Ingénierie de l’information, de la décision et de la connaissance » Mention : Information élaborée
- J.-P. Sansonnet est responsable du cours « Systèmes Multi-agents » Master informatique de Paris 11 et du cours « Architectures et Modèles pour l’Interaction » à Supélec en 3ème année
- Cours de J.-C. Martin sur les Interfaces Homme-Machine Multimodales :
  - Master recherche d’Informatique de Paris XI : 3h de cours en 2005 et années précédentes en module « Systèmes Multi-Agents » (J.P. Sansonnet). Interventions dans l’option « Dialogue » (A. Vilnat)
  - Master professionnel « Nouvelles Technologies et Handicap » (resp. J.L. Krahe), Paris 8, 5h de cours et responsable du module « Interfaces Homme-Machine Multimodales » en 2005 et années précédentes
  - Master professionnel Master « Sciences et technologies mention Systèmes Informatiques et Génie Electrique » (SIGE), spécialité Systèmes Informatiques Intelligents et Communicants, Université de Cergy (6 heures en 2004-2005). <http://www.u-cergy.fr/rubrique930.html>
  - Master recherche « Psychologie Clinique » de Paris 8, 2h de cours en 2005 (Marc Dovero)
  - Télécom Paris, 3h de cours par an sur « La multimodalité en situation »
  - responsable pédagogique de la licence professionnelle Communication Informatique Multimédia (CIM) à l’IUT de Montreuil, Université Paris 8

## Diffusion et vulgarisation

- Y. Bellik :
  - Présentation du TéléTact II, Cité des sciences et de l'industrie de la Villette, Fête de la Science 2003, 19 Oct. 2003
  - Article sur le TéléTact dans Dossier SagaScience : « Science et Handicap », <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doshand/decouvrir/percevoir/teletact.html>
  - Article sur le TéléTact dans EurekaWeb, <http://eurekaweb.free.fr/va1-teletact.htm>
- J-P Sansonnet : Journée : « Intelligence Artificielle et Dialogue Homme-Machine », animation d'un débat « Rencontres Sciences et Citoyen d'Ile de France », Bobigny, 3 avril 2004
- M. de Saint Léger, W. Turner « Mesure de l'apport informationnel des corpus à l'organisation de l'activité collective ». Congrès SFBA, Ile Rousse 2005
- M. de Saint Léger, K. M. van Meter. « Cartographie du premier congrès de l'AFS avec la méthode des mots associés ». Bulletin de Méthodologie Sociologique (BMS), vol.85, janvier 2005 pp 44-67

## Collaborations de recherche

- Y. Bellik, C. Rousseau, F. Vernier collaborent avec le CLIPS-IMAG (L. Nigay et J. Bouchet), le LIIHS-IRIT (D. Navarre, P. Palanque et R. Bastide), Thalès-Avionics (T. Ganille, D. Philippon, C. Nouvel, F. Michel et A. Léger) et la DGA (D. Bazalgette) dans le cadre du projet INTUITION
- Y. Bellik :
  - collaboration avec l'équipe du Professeur C. Tadj de l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (ETS), avec co-encadrement de la thèse de A. Awdé sur le thème de l'accès aux mathématiques pour les non-voyants
  - collaboration avec l'équipe de Y. Bourda de Supélec (École Supérieure d'Électricité), avec co-encadrement de la thèse de C. Jacquet sur le thème de l'informatique ambiante
  - collaboration avec l'équipe de R. Farcy du Laboratoire Aimé Cotton (LAC) sur le thème de l'aide au déplacement des personnes non voyantes
- Christian Jacquemin :
  - Collaborations avec des laboratoires : CEREMADE Paris 12, IRCAM – LAM – PuceMuse ; Nicéphore Cité, Institut Image Université de Dijon ; LRI In Situ (Visualisation d'information et Applications de l'Interaction Homme/Machine aux domaines artistiques) ; IRISA ; CICM Paris 8 ; CLIPS-IMAG (Grenoble) ; ENST-Bretagne (Ecole Nationale Supérieure des Télécom) ; EMN (Ecole des Mines de Nantes) ; LCPI-ENSAM (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers)
  - Participation au Réseau Thématique Pluridisciplinaires ARTISTIC sur les applications artistiques des STIC (responsable Bernard Stiegler, 2003-2004)
  - Responsabilité d'un projet Société de l'Information sur la Visualisation dynamique de textes, laboratoires participants : LIP6, IRIT, ERSS, LPEQ et LIMSI (2003-2005)
  - Participation à l'Action Incitative Têtes Parlantes (responsable J.-C. Martin)
  - Coresponsable avec N. Roussel d'un BQR financier entre le LIMSI et le LRI sur l'édition collaborative de documents XML (2004)
  - Collaborations artistiques : conseil scientifique et technique dans la réalisation de l'oeuvre immersive mar:3D de B. Planes présentée à la SIART 2005 (La Paz) en collaboration avec l'AFAA (Association Française d'Action Artistique) et avec l'ambassade de France à la Paz
- Frédéric Vernier :
  - Université de Toronto (Daniel Wigdor)
  - Université de Stanford (Meredith Ringel-Morris)
  - Université de Calgary (Mark Hancock et Sheelagh Carpendale)
  - Université du MIT (Jeana Frost & Stacey Scott)
  - MERL (Chia Shen, Kathy Ryall, Neal Lesh et Cliff Forlines)
- Bill Turner :
  - Université d'Illinois à Urbana-Champaign (équipe de Les Gasser, Graduate School of Library and Information Science)
  - Université Technologique de Troyes (équipe de Manuel Zacklad, Tech-CICO)
  - Center for Science, Technology and Society at the University of Santa Clara, California (director, Geof Bowker)

- J.-P Sansonnet collabore avec l'équipe de V. Louis à France Telecom R&D à Lannion, avec co-encadrement de la thèse de G. Meyer sur la décision dans les agents rationnels
- J.-C. Martin :
  - Projet IST-NICE s'est terminé en 2005
  - le réseau d'excellence HUMAINE est en cours de 2ème année (des coopérations ont débuté avec l'Université Paris 8 (C. Pelachaud), Queen's University of Belfast (R. & E. Cowie), E. André (Université d'Augsburg)
  - co-dirige la thèse d'O. Grynszpan réalisée en coopération avec J. Nadel (équipe « Développement et Psychopathologie » du Laboratoire Vulnérabilité, Adaptation et Psychopathologie à La Salpêtrière, CNRS UMR 7593)
  - coordonne l'Action Incitative « Tête Parlante » du LIMSI

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/05/2001	21/11/2005	AMITIES	IST	UE	582 271 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat avec la commission européenne
01/01/2002	30/06/2004	CHIPS	IST	UE	17 592 €	Turner William	Contrat avec la commission européenne
01/03/2002	28/02/2005	NICE	IST	UE	207 850 €	Martin Jean-Claude	Contrat avec la commission européenne
01/01/2004	31/12/2007	HUMAINE	NOE	UE	123 400 €	Martin Jean-Claude	Contrat avec la commission européenne
		BUIS	RIAM	ANR	112 840 €	Joël Reboul	Collaboration de recherche
		DIGITABLE	RNTL	ANR	35 000 €	François Coldefy	Collaboration de recherche
		WEBCONTENT	RNTL	ANR	58 323 €	Georges Grefenstette	Collaboration de recherche
24/07/2000	24/10/2003			CECIAA	112 260 €	Briffault Xavier	Collaboration de recherche
11/12/2000	10/12/2003	Outiller les alliances	RNRT	Fondation CLM progrès de l'homme	201 182 €	Henry Claude	Collaboration de recherche
21/11/2001	20/11/2004	TV interactive	FRT	MENRT	57 734 €	Martin Jean-Claude	Collaboration de recherche
01/07/2002	31/07/2005		Société de l'Information	CNRS	19 960 €	Jacquemin Christian	Collaboration de recherche
12/09/2002	02/10/2007			Université Paris VIII	-	Sansonnet Jean-Paul	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2004	ARTISTIC	RTP STIC	CNRS	22 130 €	Stiegler Bernard	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2005			Geneform Technologies	-	Béroule Dominique	Collaboration de recherche
31/01/2003	30/01/2006	INTUITION		Thales Avionics	101 000 €	Bellik Yacine	Collaboration de recherche
15/09/2003	14/12/2004			EDF	151 920 €	Habert Benoit	Collaboration de recherche
01/01/2004	31/12/2004		BQR	Université Paris XI	35 000 €	Jacquemin Christian	Collaboration de recherche
07/09/2004	06/09/2007	Neurosciences	ACI	CNRS	15 990 €	Béroule Dominique	Collaboration de recherche
20/01/2005	19/01/2008			ETS	-	Bellik Yacine	Collaboration de recherche
15/04/2005	14/10/2005	Mar: 3D			-	Jacquemin Christian	Collaboration de recherche
13/05/2005	12/05/2006	DKN		CNRS	24 247 €	Turner William	Collaboration de recherche
07/10/2005	06/10/2009	Netsuds	GDR1	CNRS	-	Turner William	Collaboration de recherche
01/01/2006	31/12/2007	SEVEN	RNTL	ANR	140 000 €	Sylvaine Nugier	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2003		AS STIC	CNRS	5 310 €	Sansonnet Jean-Paul	Autre

### Valorisation et transfert

- C. Rousseau, R. Gruaz, F. Etienne, Y. Bellik, F. Vernier : Plate-forme logicielle ELOQUENCE d'aide à la conception, au développement et à l'évaluation de systèmes multimodaux en sortie
- Laurent Pointal a réalisé un module d'adaptation au langage Python encapsulant l'utilisation du taggeur TreeTagger dans une classe. <http://www.limsi.fr/Individu/pointal/python.html#scripts>

## Production scientifique

### Thèses

1. Buisine, S., *Conception et évaluation d'agents conversationnels multimodaux bidirectionnels*. Thèse Doct Psychologie Cognitive - Ergonomie, Univ Paris 5/LIMSI, Orsay (2005).
2. Gérard, S., *Un modèle cognitif pour l'interprétation des expressions référentielles dans le cadre d'un système générique de dialogue homme-machine finalisé*. Thèse Doct Informatique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).
3. Pitel, G., *MICO : la notion de construction située pour un modèle d'interprétation et de traitement de la référence pour le dialogue finalisé*. Thèse Doct Informatique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Béroule, D., *An instance of coincidence detection architecture relying on temporal coding*. IEEE Transactions on neural networks, 2004. **15**: 5, 963-979.
2. Ferret, O., B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, C. Jacquemin, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat, *How a NLP approach benefits question answering*. Knowledge Organization Journal, 2003. **29**: 29 - Special issue on evaluation of HLT, 3-4.
3. Grynszpan, O., J.-C. Martin, and N. Oudin, *Analyse du comportement multimodal des personnes autistes par traitement informatique de vidéos*. Revue Glossa. Cahiers de l'UNADREO, 2003. **83**, 50-59.
4. Grynszpan, O., J.-C. Martin, and N. Oudin, *Technique associant vidéo et informatique pour étudier le comportement des personnes autistes*. Le bulletin scientifique de l'arapi, 2004: 12, 24-26.
5. Jacquemin, C., H. Folch, K. Garcia, and S. Nugier, *Visualisation interactive d'espaces documentaires*. Revue I3, 2005. **5**: 1, 59-84.
6. Morin, E. and C. Jacquemin, *Automatic acquisition and expansion of Hypernym links*. Computer and the humanities, 2004. **38**: 4, 343-362.
7. Reeves, L.M., J. Lai, J.A. Larson, S. Oviatt, T.S. Balaji, S. Buisine, P. Collings, P.R. Cohen, B. Kraal, J.-C. Martin, M. McTear, T.V. Raman, K.M. Stanney, H.L. Supper, and Q.Y. Wang, *Guidelines for multimodal user interface design*. Communications of the ACM, 2004. **47**: 1, 57-59.
8. Sabouret, N. and J.-P. Sansonnet, *Un langage de description de composants actifs pour le web sémantique*. Information, Interaction, Intelligence - Une revue en sciences du traitement de l'information, 2003. **3**: 1, 2-29.

### Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Fournier, J.-P., *Algorithmique objet*. 2005. Vuibert éditions, Paris.
2. Buisine, S., S. Abrilian, and J.-C. Martin, *Evaluation of multimodal behaviour of embodied agents : cooperation between speech and gestures*, in *From brows to trust. Evaluating embodied conversational agents*, Z. Ruttkay and C. Pelachaud, Editors. 2004. Kluwer. 1-22.
3. Gaussier, E., C. Jacquemin, and P. Zweigenbaum, *Traitement automatique des langues et recherche d'information, in Assistance intelligente à la recherche d'information*, E. Gaussier and M.H. Stéfanini, Editors. 2003. Hermès, Paris. 71-96.
4. Jacquemin, C. and D. Bourigault, *Term extraction and automatic indexing*, in *Handbook of computational linguistics*, R. Mitkov, Editor. 2003. Oxford University Press, Oxford, UK. 599-615.
5. Savary, A. and C. Jacquemin, *Reducing information variation in text*, in *Text- and speech- triggered information access*, S. Renals and G. Grefenstette, Editors. 2003. Springer, Berlin. 145-181.
6. Turner, W.A., C.J. Henry, and M.D. Gueye, *Diasporas, development and ICTs*, in *Les diasporas scientifiques et techniques*, R. Barré, et al., Editors. 2003. IRD Editions, Paris.

### Conférences à comité de lecture

1. Abrilian, S., J.-C. Martin, and S. Buisine. *Algorithms for controlling cooperation between output modalities in 2D embodied conversational agents*. in *ICMI'2003. Fifth International Conference on Multimodal Interfaces*. 2003. Vancouver, Canada. pp 4.
2. Abrilian, S., J.-C. Martin, and L. Devillers. *A corpus-based approach for the modeling of multimodal emotional behaviors for the specification of embodied agents*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
3. Abrilian, S., L. Devillers, S. Buisine, and J.-C. Martin. *EmoTV1 : annotation of real-life emotions for the specification of multimodal affective interfaces*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
4. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, C. Jacquemin, and M. Denis. *A study of spatial cognition in an immersive virtual audio environment : comparing blind and blindfolded individuals*. in *ICAD'05. The International Conference on Auditory Display*. 2005. Limerick, Ireland. pp 8.
5. Bastide, R., L. Nigay, D. Bazalgette, Y. Bellik, and C. Nouvel. *The INTUITION design process : structuring military*

- multimodal interactive cockpits design according to the MVC design pattern.* in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
6. Blum, A., A. Afonso, B.F.G. Katz, and C. Jacquemin. *Expérimentation sur la perception de l'espace en réalité virtuelle immersive audio.* in *IHM 2004. 16ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine.AFIHM*. 2004. Namur, Belgique. pp 2.
7. Bonneaud, S., G. Ripoché, and J.-P. Sansonnet. *A socio-cognitive model for the characterization of schemes of interaction in distributed collectives.* in *DCP 04 - CSCW 04. Workshop on Distributed Collective Practices - Conference on Computer Supported Cooperative Work.ACM*. 2004. Chicago. pp 3.
8. Bonneaud, S., G. Ripoché, and J.-P. Sansonnet. *Toward an empirical schema-based model of interaction for embedded conversational agents.* in *AISB 2005 Symposium. Conversational Informatics for Supporting Social Intelligence & Interaction*. 2005. Hatfield, UK. pp 7.
9. Buisine, S., S. Abrilian, and J.-C. Martin. *Evaluation of individual multimodal behavior of 2D embodied agents in presentation tasks.* in *Workshop on Embodied Conversational Characters as Individuals (AAMAS'03)*. 2003. Melbourne, Australia. pp 7.
10. Buisine, S. and J.-C. Martin. *Design principles for cooperation between modalities in bi-directional multimodal interfaces.* in *Workshop on Principles for Multimodal User Interface Design (CHI'2003)*. 2003. Fort Lauderdale, Florida. pp 3.
11. Buisine, S. and J.-C. Martin. *Experimental evaluation of bi-directional multimodal interaction with conversational agents.* in *Interact'2003*. 2003. 9th International Conference on Human-Computer Interaction.Zürich, Switzerland. pp 8.
12. Buisine, S. and J.-C. Martin. *Experimental evaluation of multimodal interfaces based on multimodal corpora analysis.* in *1st Nordic Symposium on Multimodal Communications*. 2003. Copenhagen, Denmark. pp 3-4.
13. Buisine, S., J.-C. Martin, and N.O. Bernsen. *Children's gesture and speech in conversation with 3D characters.* in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
14. Corradini, A., M. Mehta, N.O. Bernsen, J.-C. Martin, and S. Abrilian. *Multimodal input fusion in human-computer interaction : on the example of the NICE project.* in *NATO ASI 2003. Conference on Data fusion for situation monitoring, incidentdetection, alert and response management*. 2003. Tsakhkadzor, Armenia. pp 15.
15. Coudevylle, C., R. Farcy, Y. Bellik, C. Jacquet, R. Leroux, and R. Damaschini. *Etude de faisabilité d'un dispositif inertiel autonome de signalisation desstations du métro ou RER. Positionnement inertiel dans le métro.* in *Journée nationale sur «Image et Signal pour le Handicap»*. 2003. Paris, France. pp 8.
16. Devillers, L., S. Abrilian, and J.-C. Martin. *Representing real-life emotions in audiovisual data with non basic emotional patterns and context features.* in *ACII'2005. 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction*. 2005. Beijing, China. pp 8.
17. Douglas-Cowie, E., C. Devillers, J.-C. Martin, R. Cowie, S. Savvidou, S. Abrilian, and C. Cox. *Multimodal databases of everyday emotion : facing up to complexity.* in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
18. Farcy, R., R. Damaschini, R. Legras, R. Leroux, Y. Bellik, C. Jacquet, J. Greene, P. Pardo, L. Agro, J.M. Murienne, and A. Zoghghi. *Perception de l'espace et locomotion des non-voyants par profilométrie laser : aides électroniques à la locomotion.* in *Journée nationale sur «Image et Signal pour le Handicap»*. 2003. Paris, France. pp 8.
19. Farcy, R., R. Leroux, R. Damaschini, R. Legras, Y. Bellik, C. Jacquet, J. Greene, and P. Pardo. *Laser telemetry to improve the mobility of blind people : report of the 6 month training course.* in *ICOST 2003. 1st International Conference on Smart home and health Telematics*. 2003. Paris, France. Oral Communication.
20. Forlines, C., C. Shen, F. Vernier, and M. Wu. *Under my finger : human factors in pushing and rotating documents across the table.* in *INTERACT'05. Tenth IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Rome, Italy. pp 4.
21. Fournier, J.-P. *ActiveTutor.* in *ICALT 2005. The 5th IEEE International Conference an Advanced Learning Technologies*. 2005. Kaohsiung, Taiwan. pp 4.
22. Fournier, J.-P. and J.-P. Sansonnet. *Active tutor : embedding rational conversational agents into an active tutorial tool.* in *ICHSL\_5. Fifth International Conference on Human System Learning*. 2005. Marrakech, Morocco. pp 11.
23. Gasser, L., W. Scacchi, G. Ripoché, and B. Penne. *Understanding continuous design in F/OSS projects.* in *ICSSEA'2003. 16th International Conference on Software & Systems Engineering and their Applications.CNAM*. 2003. Paris, France. pp 6.
24. Gasser, L. and G. Ripoché. *Distributed collective practices and free/open-source software problem management : perspectives and methods.* in *CITE 2003. Conférence «Coopération, Innovation Technologie».* Université de Technologie de Troyes (UTT). 2003. Troyes, France. pp 17.
25. Gasser, L., G. Ripoché, and R. Sandusky. *Research infrastructure for empirical science of F/OSS.* in *MSR 04 - ICSE 04. International Workshop on Mining Software Repositories - IEEE International Conference on Software Engineering*. 2004. Edinburgh, Scotland. pp 5.
26. Grynspan, O., J.-C. Martin, and N. Oudin. *Towards a methodology for the design of human-computer interfaces for persons with autism.* in *International Congress Autism-Europe*. 2003. Lisboa, Portugal. Communication Orale.
27. Grynspan, O., J.-C. Martin, and N. Oudin. *Video and computer supported technique to study behaviour of persons with autism.* in *Colloque «Autisme, cerveau et développement, de la recherche à la pratique».* Collège de France/ARAPI/CNRS. 2003. Paris, France. Poster.
28. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, and B.F.G. Katz. *Une interface utilisateur 3D multimédia audio et graphisme :*

- langage, navigateur et expérimentations. in *IHM'04. 16ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine.AFIHM*. 2004. Namur, Belgique.
29. Jacquemin, C. *Architecture and experiments in networked 3D audio/graphic rendering with Virtual Choreographer*. in *SMC'04. Sound and Music Computing International Conference.IRCAM*. 2004. Paris, France. pp 6.
30. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, S. de Laubier, M. Denis, H. Folch, H. Genevois, B.F.G. Katz, S. Nugier, and N. Schnell. *Design d'environnements multimodaux interactifs communicants*. in *H2PTM'05. Hypermédiás Hypertexts, Products, Tools and Methods*. 2005. Paris, France. pp 45-57.
31. Jacquemin, C. *An eye for an ear and an ear for an eye : bidirectional control in virtual multimedia instrument design*. in *VSMM405. 11th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. 2005. Ghent, Belgium.
32. Jacquemin, C., H. Folch, and S. Nugier. *Exploration d'analyse de données textuelles et navigation contrôlée dans OCEAN*. in *IHM 2005. 17e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. 2005. Toulouse, France. pp 4.
33. Jacquet, C., Y. Bellik, and R. Farcy. *Description d'architectures en XML en vue de l'utilisation dans un système d'aide au déplacement des aveugles*. in *Journée nationale sur «Image et Signal pour le Handicap»*. 2003. Paris, France. pp 8.
34. Jacquet, C., Y. Bellik, R. Farcy, and Y. Bourda. *Aides électroniques pour le déplacement des personnes non-voyantes : vue d'ensemble et perspectives*. in *IHM 2004. 16ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine.AFIHM*. 2004. Namur, Belgique. pp 9.
35. Jacquet, C. *Modeling environment for use in a locomotion assistance device for the blind*. in *WCC 2004. 18th World Computer Congress.IFIP*. 2004. Toulouse, France. pp 10.
36. Jacquet, C., Y. Bourda, and Y. Bellik. *A context-aware locomotion assistance device for the blind*. in *HCI 2004. 18th British HCI Group Annual Conference*. 2004. Leeds, United Kingdom. pp 14.
37. Jacquet, C., Y. Bellik, and Y. Bourda. *A context-aware locomotion assistance device for the blind*. in *ICCHP 2004. 9th International Conference on Computers Helping People with special needs*. 2004. Paris, France. pp 8.
38. Jacquet, C., Y. Bourda, and Y. Bellik. *An architecture for ambient computing*. in *The IEE International Workshop on Intelligent Environments*. 2005. Colchester, UK. pp 47-54.
39. Lamotte, M., M. Manzini, C. Pelachaud, S. Abrilian, J.-C. Martin, and L. Devillers. *Contextual factors and adaptative multimodal human-computer interaction : multi-level specification of emotion and expressivity in embodied conversational agents*. in *CONTEXT 05. The Fifth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context*. 2005. Paris, France. pp 14.
40. Leray, D. and J.-P. Sansonnet. *Librairie de widgets dialogiques pour un agent conversationnel assistant*. in *IHM 2005. 17e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. 2005. Toulouse, France. pp 4.
41. Leroux, R., R. Farcy, R. Legras, R. Damaschini, Y. Bellik, P. Pardo, and J. Greene. *Perception de l'espace des non-voyants par profilométrie laser : progression et contexte d'utilisation des interfaces sonores et tactiles*. in *HANDICAP 2004. Institut Fédératif de Recherche sur les Aides Techniques pour personnes Handicapées (IFRATH)*. 2004. Paris, France. pp 7.
42. Martin, J.-C., S. Buisine, and S. Abrilian. *2D Gestural and Multimodal Behavior of Users Interacting with Embodied Agents*. in *AAMAS 2004. The third international joint conference on Autonomous Agents and Multi Agent Systems*. 2004. New-York City. pp 34-41.
43. Martin, J.-C. *Introduction aux interfaces Homme-Machine multimodales*. in *Entretiens de l'institut Garches «Innovations technologiques et handicap»*. 2004. Issy-les-Moulineaux, France. pp 8.
44. Martin, J.-C. *Analysis and synthesis of cooperation between modalities*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
45. Martin, J.-C., L. Devillers, S. Abrilian, M. Lamolle, M. Mancini, and C. Pelachaud. *Levels of representation in the annotation of emotion for the specification of expressivity in ECAs*. in *IVA'05. The 5th International Working Conference on Intelligent Virtual Agents*. 2005. Kos, Greece. pp 9.
46. Martin, J.-C., S. Abrilian, and L. Devillers. *Annotating multimodal behaviors occuring during non basic emotions*. in *ACII'2005. 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction*. 2005. Beijing, China. pp 8.
47. Mérienne, J.P. and C. Jacquemin. *Large XML document manager and visualizer*. in *EUROGRAPHICS 2003. The annual conference of the European Association for Computer Graphics*. 2003. Granada, Spain. pp 113-117.
48. Meyer, G., V. Louis, J.-P. Sansonnet, and Y. Larvor. *Two logical operators for representing and handling preferences*. in *IJCAI-05. Nineteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence : Knowledge and Reasoning for Answering Questions*. 2005. Edinburgh, Scotland. pp 6.
49. Meyer, G., V. Louis, J.-P. Sansonnet, and Y. Larvor. *Deux opérateurs logiques adaptés à la représentation et à la manipulation des préférences*. in *RJCIA 2005. 7e Rencontres Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle*. 2005. Nice, France. pp 14.
50. Meyer, G., V. Louis, and J.-P. Sansonnet. *Un opérateur de préférence adapté aux agents dialoguant*. in *MFI'05. Troisième Journées Francophones : Modèles Formels de l'Interaction*. 2005. Caen, France. pp 10.
51. Pierrat, M.J., M. de Saint-Léger, and W.A. Turner. *From information to knowledge management : a new challenge for information professionals?* in *19th International CoData Conference*. 2004. Berlin, Germany.
52. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *Unified representation of typological, absolute and relational predicates*. in *PACLING 03. Pacific Association for Computational Linguistics*. 2003. Halifax, Canada. pp 10.

53. Pitel, G. *Vers une approche fonctionnelle de la résolution de la référence dans le dialogue finalisé*. in *RECITAL 2003. Rencontres des Etudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues 2003*. 2003. Batz-sur-Mer, France. pp 11.
54. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *A differential representation of predicates for extensional reference resolution*. in *ARQAS 2003. International Symposium on Reference Resolution and its Application to Question Answering and Summarization*. 2003. Venice, Italy. pp 7.
55. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *Towards a functional approach of the extensional resolution of intrinsic reference in practical dialogue*. in *PACLING 03. The Pacific Association for Computational Linguistics 2003*. 2003. Halifax, Canada. pp 9.
56. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *Un modèle d'interprétation constructionnelle pour les expressions référentielles extensionnelles*. in *TALN 04. 11ème conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2004. Fès, Maroc. pp 6.
57. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *Modèle d'interprétation constructionnelle par observateurs pour les systèmes de dialogue avec support visuel*. in *AGENTAL «Agents et Langue». Journée d'Etude sur les Relations entre Systèmes Multi-Agents et Traitement Automatique des Langues. ATALA*. 2004. Paris, France. pp 9.
58. Pitel, G. and J.-P. Sansonnet. *Interpretation contexts for a constructional analysis model*. in *ICCG-3. Third International Conference on Construction Grammar. DELIC/CNRS*. 2004. Marseille, France. pp 2.
59. Ringel, M., K. Ryall, C. Shen, C. Forlines, and F. Vernier. *Release, relocate, reorient, resize : fluid techniques for document sharing on multi-user interactive tables*. in *CHI 2004. Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM*. 2004. Vienna, Austria. pp 4.
60. Ripoche, G., J.-P. Sansonnet, and L. Gasser. *Extraction de pratiques collectives distribuées à partir d'interactions langagières*. in *Journée thématique COMETE «Traces, interactions, co-constructions collectives et relations à la cognition» (AS RTP 38)*. 2003. Paris, France. pp 11.
61. Ripoche, G. and L. Gasser. *Scalable automatic extraction of process models for understanding F/OSS bugrepair*. in *ICSSEA'2003. 16th International Conference on Software & Systems Engineering and their Applications. CNAM*. 2003. Paris, France. pp 6.
62. Rousseau, C., Y. Bellik, F. Vernier, and D. Bazalgette. *Architecture framework for output multimodal systems design*. in *OZCHI 2004. Supporting community interaction : possibilities and challenges. CHISIG*. 2004. Wollongong, Australia. pp 4.
63. Rousseau, C. and D. Bazalgette. *Modèle d'architecture pour la conception de systèmes multimodaux en sortie*. in *IHM 2004. 16ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine. AFIHM*. 2004. Namur, Belgique. pp 10.
64. Rousseau, C., Y. Bellik, F. Vernier, and D. Bazalgette. *Multimodal output simulation platform for real-time military systems*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
65. Rousseau, C., Y. Bellik, and F. Vernier. *WWHT : un modèle conceptuel pour la présentation multimodale d'information*. in *IHM 2005. 17ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. 2005. Toulouse, France. pp 8.
66. Rousseau, C., Y. Bellik, and F. Vernier. *Multimodal output specification simulation platform*. in *ICMI'2005. Seventh International Conference on Multimodal Interfaces*. 2005. Trento, Italy. pp 8.
67. Ryall, K., A. Esenther, K. Everitt, C. Forlines, M.M. Ringel, C. Shen, S. Shipman, and F. Vernier. *iDwidgets : parameterizing widgets by user identity*. in *INTERACT'05. Tenth IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Rome, Italy. pp 4.
68. Sabouret, N. and J.-P. Sansonnet. *Traitement de requêtes de bon sens sur les actions pour l'interaction homme-machine*. in *MFI'03. Secondes Journées Francophones Modèles Formels de l'Intéraction*. 2003. Lille, France. pp 10.
69. Sabouret, N. *Implémenter des composants actifs dans le web sémantique*. in *JFT 2003. Journées Francophones de la Toile 2003*. 2003. Tours, France. pp 10.
70. Sandusky, R., L. Gasser, and G. Ripoche. *Information practices as an object of DCP research*. in *DCP 04 - CSCW 04. Workshop on Distributed Collective Practices - Conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM*. 2004. Chicago. pp 3.
71. Sandusky, R., L. Gasser, and G. Ripoche. *Bug report networks : varieties, strategies and impacts in a F/OSS development community*. in *MSR 04 - ICSE 04. International Workshop on Mining Software Repositories - IEEE International Conference on Software Engineering*. 2004. Edinburgh, Scotland. pp 5.
72. Sansonnet, J.-P., G. Pitel, and N. Sabouret. *Un langage de description d'agents dédié à l'interaction dialogique*. in *MFI'03. Secondes Journées Francophones Modèles Formels de l'Intéraction*. 2003. Lille, France. pp 5.
73. Sansonnet, J.-P. and E. Valencia. *Dialogue between non-task oriented agents*. in *ABS 04. The 4th International Workshop on Agent Based Simulation*. 2003. Montpellier, France. pp 6.
74. Sansonnet, J.-P. and E. Valencia. *Q-chaînes : formalisme simplicial pour l'interaction entre agents sémantiquement hétérogènes*. in *JNMR 03. 3èmes Journées Nationales sur les Modèles de Raisonnement*. 2003. Paris, France. pp 13.
75. Sansonnet, J.-P. and E. Valencia. *Modelization and experimentation of conversational policies for non task oriented agents based on dissonance and relevance theories*. in *EUMAS 2003. The First European Workshop on Multi-Agent Systems*. 2003. Oxford, UK, December 18-19. pp 13.
76. Sansonnet, J.-P., W.A. Turner, and E. Valencia. *Agents informationnels pour l'étude expérimentale de concepts de socio-cognition : vers une approche agent de la socio-informatique*. in *JFSMA 03. Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents*. 2003. Hamamet, Tunisie. pp 15.

77. Sansonnet, J.-P. and E. Valencia. *Modèle simpliciel pour l'hétérogénéité sémantique entre agents informationnels*. in *JFSMA 04. Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents*. Association Française d'Intelligence Artificielle (AFIA). 2004. Paris, France. pp 14.
78. Sansonnet, J.-P. *Composants dialogiques génériques : perspectives et méthodes pour une approche intégrée des outils assistants langagiers et de la programmation objet*. in *LMO 2004. Langages et Modèles à Objets*. 2004. Lille, France. pp 14.
79. Sansonnet, J.-P. and E. Valencia. *Terminological heterogeneity between agents using a generalized simplicial representation*. in *EUMAS 2005. The Third European Workshop on Multi-Agent Systems*. 2005. Brussels, Belgium. pp 12.
80. Sansonnet, J.-P., J.-C. Martin, and K. Leguern. *A software engineering approach combining rational and conversational agents for the design of assistance applications*. in *IVA'05. The 5th International Working Conference on Intelligent Virtual Agents*. 2005. Kos, Greece. pp 111-119.
81. Shen, C., F. Vernier, C. Forlines, and M. Ringel. *DiamondSpin : an extensible toolkit for around-the table interaction*. in *CHI 2004. ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2004. Vienna, Austria. pp 167-174.
82. Shen, C., M.S. Hancock, C. Forlines, and F. Vernier. *CoR?Ds : context-rooted rotatable draggables for tabletop interaction*. in *CHI 2005. Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2005. Portland, Oregon. pp 587-591.
83. Turner, W.A., J.-P. Sansonnet, L. Gasser, and G. Ripoche. *Confidence-based organizational metrics*. in *DCP 04 - CSCW 04. Workshop on Distributed Collective Practices - Conference on Computer Supported Cooperative Work*. ACM. 2004. Chicago. pp 4.
84. Turner, W.A., L. Gasser, G. Ripoche, B. Sanduski, and J.-P. Sansonnet. *Distributed representations and collective agreement*. in *4S & EASST Conference*. 2004. Paris, France. pp 329-330.
85. Valencia, E. and J.-P. Sansonnet. *Model for dialogue between semantically heterogeneous agents*. in *MAAII 03. Workshop on Multi-Agents and Artificial Intelligence for the Internet (EPIA 2003)*. 2003. Beja, Portugal. pp 5.

## Revue sans comité de lecture

1. Béroule, D., *Apprentissage dynamique de cartes conceptuelles*. Bulletin de l'AFIA, 2003 (54): p.21-23, Avril 2003.

## Congrès sans actes, workshops<sup>22</sup>

1. Fournier, J.-P. and J.-P. Sansonnet. *Active Tutor : intégration d'agents rationnels avec un agent conversationnel animé dans outil tutoriel actif*. in *WACA'01. 1er Workshop sur les Agents Conversationnels Animés*. 2005. Grenoble, France. pp 10.
2. Sansonnet, J.-P., K. Leguern, and J.-C. Martin. *Une architecture médiateur pour des agents conversationnels animés*. in *WACA'01. 1er Workshop sur les Agents Conversationnels Animés*. 2005. Grenoble, France. pp 9.
3. \* Castaing, M.-F. *La difusión del conocimiento a través de las TIC : contradicciones entre desarrollo tecnológico y progreso social*. Cycle Europa, Fin-de-Siècle : pensamiento y cultura. Comunicación y conocimiento filosofía y ciencias sociales 2003. Madrid, España.
4. Jacquemin, C., S. Adam, A. Blum, and B.F.G. Katz. *Animation 3D temps réel interactive avec Virtual Choreographer*. Résonances 2004. Rencontres internationales des technologies pour la musique 2004. IRCAM. Paris, France.
5. Martin, J.-C. and S. Buisine. *Evaluations of cooperation between modalities in ECAs*. Dagstuhl-Seminar on «Evaluating Embodied Conversational Agents» 2004. Dagstuhl, Germany.
6. Sansonnet, J.-P. *Composants dialogiques : perspectives et méthodes pour une approche intégrée des outils assistants langagiers et de la programmation objet*. Conférence «Langages et Modèles à Objets» 2004. Lille, France.
7. \* Sansonnet, J.-P. *Multiagent-based modelling and natural language analysis of interactional streams in mediated collectives*. CABM-HEMA-SMAGET Joint Conference on Multi Agent Modeling for Environmental Management 2005. Bourg Saint Maurice, France.
8. Sansonnet, J.-P., S. Bonneaud, and G. Ripoche. *Modélisation et extraction de schémas dialogiques dans les traces d'interaction langagières des forges logicielles*. Workshop JSM'05. Journées de Sémantique et Modélisation 2005. Paris, France.

<sup>22</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

MICHÈLE JARDINO

## Introduction

Les activités de recherche du groupe Langues, Information et Représentations (LIR) sont essentiellement consacrées au traitement des données écrites, à leur analyse, leur compréhension ou leur génération ainsi qu'à l'extraction de connaissances sémantiques. La quantité impressionnante de données écrites aujourd'hui disponibles électroniquement est une mine d'informations et la fouille de données dans les textes est un des enjeux majeurs de la société de l'information. Les recherches développées dans le groupe LIR s'inscrivent dans cette dynamique, avec une implication croissante dans des projets nationaux et internationaux. Les compétences variées et complémentaires des membres du groupe LIR permettent de combiner approches symboliques et statistiques, et constituent un des atouts majeurs du groupe qui participe ainsi pleinement à l'évolution du traitement des langues.

Les systèmes de question-réponse développés dans notre groupe se positionnent très favorablement dans les compétitions nationales et internationales. Ils permettent de valider sur une tâche réelle les modèles issus de recherches originales. Ces systèmes deviennent de plus en plus complexes, ils sont aujourd'hui multilingues. La fusion de données et l'introduction d'un dialogue en vue de donner une réponse élaborée et précise à la question posée sont les thèmes de thèses en cours dans le groupe.

Un volet important est la part évaluation dans laquelle le groupe est partie prenante aussi bien en tant qu'évaluateur (analyseurs syntaxiques et systèmes question-réponse) qu'en tant qu'évalué (systèmes de question-réponse).

Nos recherches se développent ainsi selon trois thèmes complémentaires :

- Acquisition et raisonnement sémantiques pour résoudre les ambiguïtés de la langue et accroître nos connaissances sur les processus de raisonnement et d'émergence du langage
- Compréhension et production de textes en vue d'un accès toujours plus performant à l'information
- Evaluation de traitements automatiques robustes de la langue écrite pour valider les modèles sous-jacents.

## Présentation de la recherche

### Thème Acquisition et raisonnement sémantiques

*B. Habert, V. Barbier, J.B. Berthelin, G. Cotteret, B. Grau, M. Hurault-Plantet, M. Jardino, A.L. Ligozat, G. Ligozat, P. Paroubek, J. Poudade, A. Vilnat*

### Acquisition de connaissances sémantiques

Une partie des recherches sur cet axe sont consacrées à l'acquisition de connaissances sémantiques, dans une perspective avant tout non supervisée.

La thèse de Julien Poudade (2002-) opère en amont de l'acquisition : elle se consacre à l'**émergence**, au sein d'une population d'agents autonomes non situés, **d'un lexique** commun de symboles désignant des actions de base dans un monde 2D. Les agents disposent pour seule information de la représentation sensori-motrice construite dans l'interaction avec leur environnement. Un des paramètres-clés est la taille de la mémoire de travail, pour limiter les ambiguïtés sans favoriser le développement de « dialectes », voir page de présentation : « Which common sense for a language grounding ? », *J. Poudade et P. Paroubek*.



Dans le cadre du projet RNRT SensNet (2002-2004), piloté par France Telecom R&D et consacré à la catégorisation sémantique des usages et des parcours sur Internet, une des étapes a visé l'induction de catégories thématiques par les mots employés au sein d'un échantillon de 56 000 pages Web vues par un panel représentatif. Les couples de mots de très forte cooccurrence servent de « semences » pour les thèmes. Sont alors agrégés de manière récursive les mots les plus fortement liés (avec un seuil minimal de l'indice de cooccurrence et un plafond sur la somme des indices des mots déjà agrégés). La méthode débouche sur environ 400 thèmes, certains comprenant de nombreux mots, tandis que la plupart des thèmes correspondent à un vocabulaire restreint. Les données « tout-venant » que constituent le Web entraînent la création de thèmes « authentiques » mais également celle de thèmes fonctionnels, correspondant à la navigation et à sa régulation (droits, redirection, etc.). La mise en évidence de thèmes demanderait à être prolongée par des méthodes de structuration des thèmes, pour obtenir des catégories à la fois plus utilisables et plus intuitives. Une étude des traits pertinents a été réalisée par une classification supervisée à partir de catégories thématiques et de catégories fonctionnelles, voir page de présentation : « Web page classification : field categories and functional categories », *B. Habert, M. Hurault-Plantet et M. Jardino*.

Un autre volet s'inscrivant dans l'apprentissage non supervisé est dévolu à l'identification des chaînes de caractères qui, dans un corpus, peuvent correspondre soit à deux mots différents (homonymie comme voler = « dérober » vs. « être dans les airs ») soit à un mot polysémique (vendre un objet / vendre une idée / se vendre). Ces chaînes ambiguës sont source de bruit en recherche d'information. En veille sociale ou technique, une partie d'entre elles correspond aux mots et aux notions sur lesquels il y a désaccord. Le repérage de ces chaînes dans un corpus en plusieurs parties repose sur la plus ou moins grande dilatation du nuage des points correspondant à l'emploi de ces chaînes dans l'espace des contextes. Une analyse d'ambiguïtés structurelles est présentée dans la page de présentation : « Structural Ambiguity in Context », *J.B. Berthelin*.

## Connaissances sémantiques et ingénierie linguistique

Une seconde partie des recherches s'attache à l'apport de connaissances sémantiques dans des applications d'ingénierie linguistique. La thèse de V. Barbier (2004-) a pour objectif d'utiliser les relations sémantiques de synonymie, d'hyponymie (mot de sens plus général) et d'hyperonymie (mot de sens plus spécifique) ainsi que des relations liant les verbes et leurs compléments pour trouver différentes reformulations possibles d'une réponse à une question factuelle, dans le cadre d'un système question-réponse afin d'éviter le silence lié à l'ignorance de ces reformulations. Les relations sémantiques sont issues de WordNet ainsi que des résultats obtenus par des travaux antérieurs en acquisition de connaissances à partir de textes. Ceux-ci sont constitués de signatures thématiques représentées par des ensembles de mots pondérés caractérisant un thème (thèse de O. Ferret en 1999) ainsi que de triplets <verbe, relation, classe de noms> (thèse de G. de Chalendar en 2000). Ces relations sémantiques doivent cependant être mises en oeuvre de manière contrôlée, pour éviter à l'inverse le bruit issu de mots liés sémantiquement mais non pertinents dans le contexte en cause. Le contrôle envisagé combine en particulier critères syntaxiques et contexte plus large de la réponse, voir page de présentation : « A syntactic strategy for filtering sentences in a question answering system », *A.L. Ligozat, V. Barbier*.

## Thème Raisonnement spatio-temporel

La troisième partie des recherches est consacrée au raisonnement spatio-temporel. Elle allie un travail sur les propriétés algébriques et computationnelles des formalismes qualitatifs et un versant applicatif. Elle s'inscrit dans un réseau de collaborations internationales, en particulier dans le cadre du réseau canadien GEOIDE (The Geomatics for Informed Decisions), voir page de présentation : « Extraction of curvilinear elements guided by attention mechanisms for remote sensing images : data fusion approach », *G. Cotteret*. Au niveau français, cette démarche s'est entre autres intégrée au projet TCAN : « Intervalles temporels et applications à la linguistique textuelle », sur la modélisation et la prise en compte des notions de répétition et de durée relative. Le versant applicatif est réalisé par l'intégration pour 2003-2005 dans le projet « Sémantique de la transmodalité : application aux systèmes d'information géographique » du programme interdisciplinaire Société de l'information du CNRS. Ce projet examine l'apport de modèles géométriques et topologiques à la représentation des connaissances spatiales et au raisonnement qualitatif sur ces connaissances, voir page de présentation : « Spatial and temporal reasoning : beyond Allen's calculus », *G. Ligozat*.

## Thème Compréhension et production de textes

*B. Grau, C. Balkanski, F. Elkateb-Gara (-2004), H. Folch (-2005), N. Hernandez (-2005), M. Hurault-Plantet, G. Illouz, M. Jardino, E. Le Roux (-2003), A. Max, L. Monceaux (-2003), K. Séjourné, A. Vilnat, M. Zock*

L'objectif des études développées dans ce thème est de faciliter l'accès à l'information dans un ensemble de textes, information à corrélérer éventuellement avec d'autres sources comme par exemple le profil des utilisateurs. Il s'agit d'une part de formater, d'indexer, d'enrichir et de classer des documents en les représentant par des ensembles de traits pertinents, allant des mots à des informations plus complexes sur la structure thématique ou formelle du document, d'autre part de rechercher des informations précises en incluant des dimensions nouvelles pour ce domaine, à savoir le multilinguisme, la fusion de parties de documents, le dialogue entre le questionneur et la machine incluant une partie génération de textes pour faciliter l'accès à l'information. Deux approches complémentaires sont utilisées : statistiques, pour utiliser les vastes ensembles de données textuelles aujourd'hui disponibles et qui donnent une bonne représentation de la langue ; symboliques, pour enrichir les données brutes et donner des informations de grain fin.

### Corpus, statistiques textuelles et classification

À l'aide de traitements statistiques sur des corpus (classification supervisée et non supervisée, modèles de Markov), différents types d'informations sont extraits comme la typologie des textes ou la structuration thématique. Cela concerne par exemple la reconnaissance d'auteurs, voir page de présentation : « Text filtering using n-grams language models and topic segmentation », M. Hurault-Plantet, M. Jardino, G. Illouz. Ceci implique la sélection difficile des traits pertinents des textes (caractères, mots ou sélections de mots, classes grammaticales, ...) en regard de la tâche et de la quantité d'information contenue dans les corpus, cf le thème acquisition et raisonnement sémantiques.

### Accès au contenu

Les systèmes de recherche d'information, pour être vraiment utilisables, doivent répondre à des besoins précis en matière d'information. Lorsque l'intérêt de l'utilisateur porte sur la recherche d'une donnée factuelle, l'information pertinente ne pourra être apportée que par des systèmes dédiés à ce type de tâche. En effet, face à une question telle que « Quelle est la voiture la plus chère du monde ? », les moteurs de recherche traditionnels renvoient tous les documents où figurent les mots de la question et c'est à l'utilisateur que revient la tâche d'explorer ces documents afin de trouver la réponse. Répondre à des questions précises requiert une analyse plus en profondeur des documents afin d'en extraire l'information pertinente. À cette fin, nous avons développé un système qui allie des techniques issues de la recherche d'information et du traitement automatique des langues :

- analyse des questions afin d'en extraire une requête contenant les termes significatifs, le type de réponse attendu, l'objet de la question, la catégorie de la question, des relations sémantiques attendus entre termes de la question et termes de la réponse
- ré-indexation des documents sélectionnés par un moteur de recherche afin de n'en retenir qu'un sous ensemble en se fondant sur la reconnaissance de termes complexes et de leurs variantes (Fastr)
- application de modules de reconnaissance d'entités nommées
- pondération des phrases des documents retenus
- extraction de la réponse
- évaluation d'un degré de confiance par une recherche parallèle sur le Web.



Le système QALC développé pour l'anglais a participé aux évaluations Question/Answering de TREC. À l'évaluation TREC11, consistant à proposer uniquement une réponse et à lui accorder un score de fiabilité, QALC s'est classé 9ème sur 36, avec 30% de réponses correctes.

Le système FRASQUES (QALC adapté pour le français) a été évalué dans le cadre d'EQUER en 2004 et de CLEF en 2005. Un système multilingue allant du français vers l'anglais, MUSQAT, a également été développé et évalué au niveau européen (CLEF), voir page de présentation « How to answer in English to questions asked in French », *B. Grau, A.L. Ligozat, I. Robba, A. Vilnat.*



Ces thèmes trouvent aussi un écho dans le domaine de l'apprentissage et de la recherche d'information. Cela nous a conduits à mettre en place un projet, RIPWEB, soutenu par le département SHS et le réseau STIC RTP 33 du CNRS, afin de constituer une communauté de chercheurs venant de ces différentes disciplines et intéressés à collaborer sur la recherche d'informations précises.

QALC offre aussi au groupe LIR une plate-forme de développement et de test, et constitue un cadre d'application privilégié des travaux qui y sont menés. L'amélioration d'un tel système conduit à développer une analyse de phrases plus précise au niveau sémantique ainsi qu'une expansion de requête fondée elle aussi sur des aspects sémantiques. Cela pose donc le problème de la constitution d'une telle base de connaissances, pouvant être acquise automatiquement ou manuellement à partir de bases existantes. Par ailleurs, un tel système, pour être réellement utilisable, se doit d'intégrer un réel dialogue avec l'utilisateur : une thèse vient de débiter sur ce thème.

S'appuyant sur ces travaux, des recherches sont menées en collaboration avec le groupe TLP sur un système de question-réponse par téléphone, voir la page de présentation : « Ritel : Spoken Dialog for Information Extraction », *S. Rosset, O. Galibert, A. Max, G. Illouz.*

## Structuration

La segmentation thématique, c'est-à-dire le découpage d'un document en différents passages relevant chacun d'un thème donné est un autre axe de notre activité. Elle a été développée selon deux méthodes complémentaires. Une méthode repose sur la répétition et la distribution des mots dans un texte (modèle vectoriel). Elle a été utilisée pour le résumé. Elle a ensuite été enrichie par un réseau de collocations (pour des articles de journaux) favorisant le repérage des cohésions lexicales et permettant l'apprentissage automatique de signatures thématiques. L'étape suivante est l'identification et le suivi de thèmes par des signatures thématiques apprises ou par l'extraction de termes significatifs, sur des critères de répétition intra et inter-segments mais aussi de position dans les segments repérés. Plus généralement, différents types de termes sont extraits des textes en se fondant sur le principe d'intersection lexicale, appliquée à des niveaux différents (corpus, texte, segment). Ces termes permettent de caractériser soit les thèmes d'un texte, soit le rôle argumentatif ou rhétorique des segments. Cette approche ne présuppose aucune connaissance sur les domaines abordés dans les textes. La reconnaissance de la structure hiérarchique des textes se fonde d'une part sur des critères de cohésion lexicale entre segments et de répartition des termes significatifs dans ces mêmes segments pour une structure « gros grain » et d'autre part sur un ensemble de marques explicites – succession thème-rhème, marqueurs linguistiques de coordination ou subordination, chaînes lexicales et anaphoriques, parallélisme syntaxique – afin de construire une structure fine du discours reliant chacun des énoncés. Elle conduit à une mise en évidence graphique de la structure des documents, ce qui facilite la navigation dans les documents, voir page de présentation : « Automatic description and detection of text structures », *N. Hernandez.*

## Dialogue et interaction

L'introduction d'un dialogue dans un système de question-réponse est une des nouvelles voies d'investigation de nos recherches. La thèse qui débute sur ce thème se fera en continuité des études antérieures qui nous avaient permis de développer un modèle fondé sur la représentation dynamique de la structure du dialogue en analysant à la fois l'intention communicative (liée à la fonction d'un énoncé) et l'intention informative (reposant sur les relations thématiques entre énoncés) véhiculées par les interventions des interlocuteurs. Ce modèle permet d'observer les stratégies suivies par les interlocuteurs et d'influer sur les stratégies à adopter par un système, de façon à prévenir les risques d'incompréhension.

## Génération

Nous avons initié un thème de recherche dont l'objectif est d'identifier les apports possibles du traitement automatique des langues pour l'aide à la production de documents écrits et à l'accès à ces documents. Notre démarche est centrée autour des tâches effectuées par les auteurs et les rédacteurs, dont certaines trouvent leurs équivalents directs dans les systèmes de génération automatique de textes : collection d'idées, regroupement d'idées, structuration en un plan, raffinement progressif du plan et révision, formulation (choix lexicaux et terminologiques, structures grammaticales) et amélioration de la cohérence du texte et du style. Les documents produits par le type d'approche que nous proposons constituent alors une base utile pour différentes applications des documents à l'intention des lecteurs : interface avec les dictionnaires, adaptation de la langue au lecteur (par exemple, simplification du niveau de langue), aide à la navigation

dans les structures thématiques et rhétoriques des documents, exploitation de documents auto-explicatifs (par exemple, indication des référents des anaphores), voir page de présentation : « Natural Language Processing for helping writers and readers », A. Max, N. Hernandez, M. Zock.

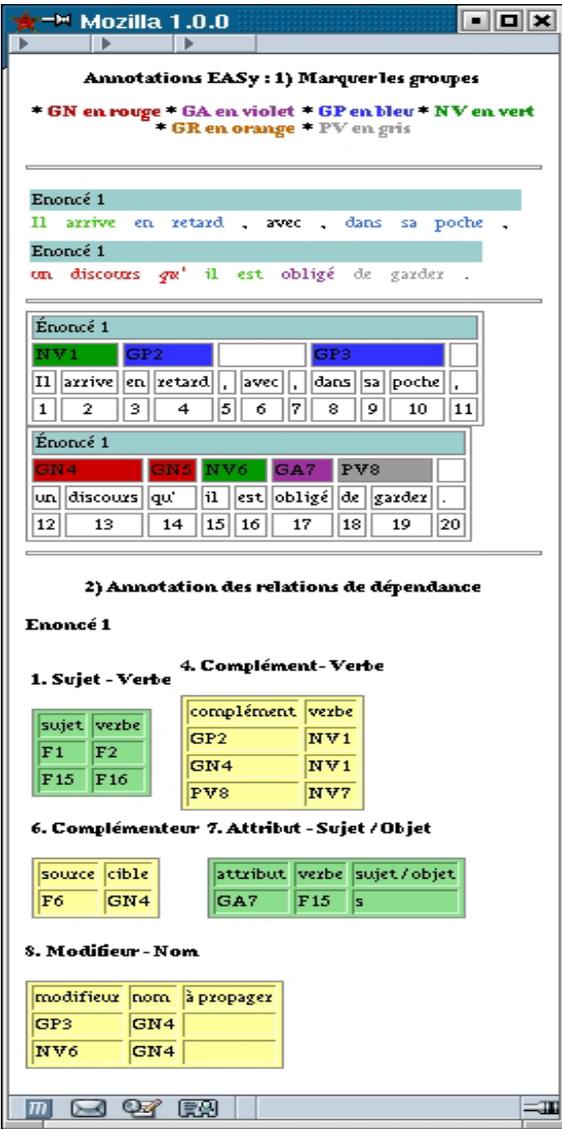
## Thème Evaluation de traitements automatiques robustes de la langue écrite

P. Paroubek, B. Grau, M. Hurault-Plantet, L. Monceaux (-2003), I. Robba, A. Vilnat

Depuis l'essor d'Internet et l'émergence du concept de Société de l'Information, les technologies de la langue sont devenues un domaine clé pour le traitement de l'information et l'on constate actuellement un besoin d'outils de plus en plus complexes pour faciliter l'accès et la production d'information. Devant une offre chaque jour plus diversifiée et face aux problèmes que posent les spécificités du traitement de la langue naturelle dans un contexte scientifique, industriel ou commercial, nous nous trouvons actuellement manquer de moyens d'appréciation des qualités propres aux différentes approches et outils. Pour apporter notre contribution à la structuration du domaine, nous avons identifié deux thèmes de recherche clés pour les futures technologies de l'information : l'analyse syntaxique et la recherche d'information précises.

Dans le cadre d'une recherche d'information, l'analyse syntaxique permet au mécanisme de recherche d'avoir une représentation plus fine de la question posée par l'utilisateur et donc de mieux y répondre. Elle est de plus à la base de tout un ensemble de fonctions complexes, comme le résumé, la recherche de thèmes ou la traduction, qui sont autant d'outils indispensables à la représentation et au traitement des textes recueillis afin d'en extraire l'information cherchée. Durant ces dernières années, les analyseurs syntaxiques ont évolué : plutôt que de s'attacher à traiter finement tel ou tel phénomène linguistique, les développeurs et les chercheurs ont orienté leurs efforts vers une plus grande robustesse. Les analyseurs robustes construisent une analyse quelles que soient les données en entrée, l'analyse proposée pouvant être minimale et donc incomplète, en particulier lorsque l'entrée est erronée, ambiguë ou encore de formulation complexe. On constate aussi l'apparition de nouveaux critères de performance comme la vitesse d'analyse, les nouveaux analyseurs devant traiter en un temps acceptable des volumes de données parfois énormes en provenance d'Internet. Devant la nécessité de mener à bien cette tâche d'analyse, nous avons été à l'initiative d'une campagne d'évaluation comparative ouverte, avec des corpus de grande taille, une approche « boîte noire » et des mesures quantitatives. Il s'agit de la campagne d'évaluation EASY sur les analyseurs syntaxiques du projet EVALDA du programme TECHNOLANGUE, voir page de présentation : « EASY, Evaluation Campaign of French syntactic parsers », P. Paroubek, I. Robba, A. Vilnat.

L'autre volet du thème évaluation porte sur l'étude des systèmes de question-réponse. Ces systèmes sont formés d'un ensemble complexe de traitements différents, et afin de construire un système performant, il est nécessaire de disposer de ressources permettant le test et l'évaluation des systèmes. Ces ressources faisant défaut pour le français, nous avons mis en place la première évaluation des systèmes de question-réponse en français en 2004. Cela a conduit à la constitution d'un corpus de documents dans le domaine général ainsi que dans un domaine de spécialité (le domaine médical), avec un jeu de questions et réponses associées. Cette évaluation a été menée dans le cadre du projet EVALDA du programme TECHNOLANGUE, avec la campagne EqueR.



**Annotations EASy : 1) Marquer les groupes**

\* GN en rouge \* GA en violet \* GP en bleu \* NV en vert  
\* GR en orange \* PV en gris

Énoncé 1  
Il arrive en retard , avec , dans sa poche ,  
Énoncé 1  
un discours qu' il est obligé de garder .

Énoncé 1										
NV1	GP2				GP3					
Il	arrive	en	retard	,	avec	,	dans	sa	poche	,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Énoncé 1										
GN4	GN3	NV6	GA7	PV8						
un	discours	qu'	il	est	obligé	de	garder	.		
12	13	14	15	16	17	18	19	20		

**2) Annotation des relations de dépendance**

Énoncé 1

**1. Sujet - Verbe**

sujet	verbe
F1	F2
F15	F16

**4. Complément - Verbe**

complément	verbe
GP2	NV1
GN4	NV1
PV8	NV7

**6. Complémenteur 7. Attribut - Sujet / Objet**

source	cible
F6	GN4

attribut	verbe	sujet / objet
GA7	F15	s

**8. Modifieur - Nom**

modifieur	nom	à propager
GP3	GN4	
NV6	GN4	

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Jean-Baptiste	Berthelin	Ch	CR1	CNRS
Michèle	Jardino	Ch	CR1	CNRS
Michaël	Zock	Ch	DR2	CNRS
Cécile	Balkanski	Ens-Ch	MC	Paris XI
Brigitte	Grau	Ens-Ch	MC	CNAM
Benoit	Habert	Ens-Ch	Pr2	Paris X
Gabriel	Illouz	Ens-Ch	MC	Paris XI
Gérard	Ligozat	Ens-Ch	Pr1	Paris XI
Aurélien	Max	Ens-Ch	MC	Paris XI
Isabelle	Robba	Ens-Ch	MC	Versailles
Anne	Vilnat	Ens-Ch	MC	Paris XI
Martine	Hurault-Plantet	ITA	IR1	CNRS
Patrick	Paroubek	ITA	IR1	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Vincent	Barbier	Paris XI	Informatique
Gilles	Cotteret	Paris XI	Informatique
Estelle	Fiévé	Paris XI	Informatique
Anne-Laure	Ligozat	Paris XI	Informatique
Julien	Poudade	Paris XI	Informatique
Kévin	Séjourné	Paris XI	Informatique

## Participation à des instances

### Instances d'évaluation ou d'expertise

- B. Grau, expertise de projets nationaux, RNTL en 2004 et ANR en 2005
- B. Habert, Comité scientifique de l'ATILF février 2004
- M. Jardino, expertise de projets nationaux ANR, 2005
- P. Paroubek, membre du comité du programme national TECHNOLOGUE (évaluation et ressources en ingénierie linguistique) dépendant du ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, du Ministère de la Culture et de la Communication et du Ministère délégué à l'Industrie
- P. Paroubek, membre du conseil scientifique de l'Action Concertée Incitative « Masses de Données », projet en collaboration avec le Ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, le CNRS et l'INRIA
- P. Paroubek, représentant français du groupe de travail ISO/TC159/SC5/WG3 sur l'évaluation ergonomique des systèmes de communication parlée, membre du sous-comité ISO/TC37/SC4 sur les standards d'annotation de ressources linguistiques

### Comités de programme et comités scientifiques

- TALN 2006, P. Paroubek, M. Jardino, A. Vilnat
- TALN et RECITAL 2005, B. Grau, N. Hernandez, G. Illouz, M. Jardino, A.L. Ligozat, P. Paroubek, A. Vilnat, M. Zock
- RANLP 2003 et 2005 (Recent Advances in Natural Language Processing), Bulgarie ; ACL 2003 (Association for Computational Linguistics), Japon ; FLAIRS (2002-2005) ; M. Zock

- ISKO, 2003 TALN 2003, EAACL 2003 ((Workshop NLP & QA), CIDE 2004, CORIA en 2003, 2004, 2005 et 2006, Workshop ELECTRA, SIGIR 2005, B. Grau
- Responsable des activités de publication des actes pour la conférence internationale EAACL 2003 (European Chapter of the Association for Computational Linguistics), P. Paroubek.
- Numéro spécial de la revue ISI, Ingénierie des systèmes d'information, intitulé « Passage à l'échelle en recherche d'information », sous la direction de Mohand Boughanem, en cours, B. Grau

## Comités éditoriaux de revue

- P. Paroubek, membre du comité de rédaction de la revue TAL de l'ATALA (Association française du Traitement Automatique des Langues)
- M. Jardino, co-éditrice avec Marc El-Bèze du numéro 44/1 (2003) de la revue TAL (Traitement Automatique des Langues) intitulé « Modélisation probabiliste du Langage Naturel »
- M. Zock, co-éditeur avec John Carroll du numéro 44/2 (2003) de la revue TAL (Traitement Automatique des Langues) intitulé « Dictionnaires électroniques pour les personnes, les machines ou pour les deux »

## Instances d'administration de la recherche

- Conseil de laboratoire du LIMSI : A. Max (2004-), P. Paroubek (2004-), A. Vilnat (-2004)
- Conseil CHM du LIMSI : M. Jardino, P. Paroubek, I. Robba
- Membre élu du Conseil scientifique de Paris XI (1999-2003), A. Vilnat
- Commission de spécialistes
  - en Informatique (27ème section), Paris XI, B. Habert (2000-2004), A. Vilnat (1998-)
  - en Informatique (27ème section.) du CNAM, (1986-), de Caen (2005) et d'Evry (2005), B. Grau
  - en Informatique (27ème section.) Paris X, B. Habert (2004-)
  - en sciences du langage (7ème section) Strasbourg et Paris X, B. Habert (2004-)
- Commission recherche du département informatique de Paris XI, J.B. Berthelin
- Commission interdisciplinaire 45 du CNRS, B. Habert (2003-2004)
- Membre du CA de l'ATALA (Association pour le Traitement Automatique des Langues) depuis 2003 et Vice-présidente depuis 2005, A. Vilnat

## Enseignement et diffusion des connaissances

- *Modules « Traitement automatique de la langue » et « Indexation et Recherche d'information »*, Master pro d'Informatique de l'Université Paris XI, Systèmes et Communication Homme Machine, A. Max, A. Vilnat
- *Modules « Fondements du TAL » et « Dialogue et analyse de textes »*, Master recherche d'Informatique de l'Université Paris XI, A. Max, A. Vilnat
- *Informatique Linguistique*, IIE, B. Grau, EPITA, J.B. Berthelin
- *Initiation à la recherche*, ECE, J.B. Berthelin
- *Recherche et extraction d'information*, Master Pro DEFI, Gestion des Documents Electroniques et des Flux d'informations, Paris X, Nanterre, B. Habert
- *Fouille de données dans les corpus de textes*, module commun au Master Pro d'Informatique (Ingénierie Informatique, Bioinformatique et Biostatistiques) et MIAGE de l'Université Paris XI, M. Jardino
- *Atelier d'été « Analyse de textes par ordinateur »* UQAM (Université du Québec à Montréal), août 2005, organisé par Jules Duchastel, Chaire de Recherche du Canada en Mondialisation, Citoyenneté et Démocratie - Université du Québec à Montréal (UQAM), B. Habert
- *3ème école d'été du GDR /TIC et société - modèles de l'internet*, Batz-sur-Mer, 5-9 septembre 2005, B. Habert
- *Ecole TCAN 2005 (Langue, connaissances, information), Fouille de données dans les textes*, mai 2005, Batz sur mer, M. Jardino
- *Cours sur les ontologies*, un mois, Université Kasetsart, Bangkok, 2005, M. Zock
- *Tutoriel : « Natural Language Generation : a snapshot of a fast evolving discipline »*, RANLP 2005, Bulgarie, M. Zock
- *Cours sur la génération de langage par l'homme et la machine*, six mois, Institute of technology, Tokyo, 2003, M. Zock

## Responsabilités universitaires

- Co-directeur du département Sciences du Langage, Paris X, Nanterre, B. Habert
- Responsable de la section informatique et de l'option Intelligence Artificielle de l'IIE, membre du conseil d'école de l'IIE (1998-), Co-Directrice des études de l'IIE (2005-), B. Grau

- Responsable du parcours Sciences Cognitives du master recherche en informatique, A. Vilnat, et responsables des modules « Traitement automatique des langues », « Dialogue et analyse de textes », « Indexation et recherche d'information », A. Max et A. Vilnat
- Co-Responsable de la communication de l'IFIPS, A. Vilnat (2005-)
- Co-Responsable des relations internationales de l'IFIPS, A. Max (2005-)

## Organisation de colloques

- Organisation des conférences francophones TALN & RECITAL 2005, Dourdan, France, 6-10 juin 2005, B. Grau, N. Hernandez, G. Illouz, M. Jardino, A.L. Ligozat, P. Paroubek, I. Robba, A. Vilnat, M. Zock, <http://taln.limsi.fr/>
- Organisation de l'atelier Question-réponse dans le cadre de la conférence TALN 2004, B. Grau, A. Vilnat, I. Robba
- Organisation de journées ATALA (Association pour le Traitement Automatique des Langues) à l'ENST, Paris
- « Articuler les traitements sur corpus », B. Habert, 12 février 2005
- « Méthodes et outils pour l'évaluation des analyseurs syntaxiques », 15 mai 2004, P. Paroubek, I. Robba, A. Vilnat
- « AGENTAL, Agents et Langues », J.P. Sansonnet et P. Paroubek, 13 mars 2004
- « Des requêtes aux questions : nouvelle perspective pour la recherche d'information ? », B. Grau et O. Ferret (CEA), 17 mai 2003
- Organisation du séminaire « Sujet, Théorie et Praxis », Maison des Sciences de l'Homme, Paris, J.B. Berthelin, <http://www.lutecium.org/stp>
- Organisation de la session de posters de « GEOIDE Annual Scientific Conference », Victoria, B-C, Canada, 21-23 mai 2003, G. Cotteret

## Séminaires

- A. Vilnat, « Les systèmes de question-réponse : présentation et enjeux futurs », Univ. Stendhal, Grenoble, 2005
- M. Zock, « Une boîte à outils pour apprendre les langues », Université de Luminy, Marseille
- B. Grau, « Question-Réponse », Ecole des Mines à Fontainebleau, CEA, LIP6, 2003
- A. Vilnat, « Dialogue homme-machine », IRIT, Toulouse, 2003

## Vulgarisation

- Fête de la Science 2005, « Perception, Langage et Robotique », Ferme du Moulon, Plateau de Saclay, 14-16 octobre 2005, L. Landwerlin, P. Paroubek, J. Poudade
- XIIIèmes rencontres CNRS « Sciences et Citoyens », atelier Langues et Langage, 2003, Poitiers, M. Jardino

## Collaborations de recherche

### Nationales

ATILF (Nancy), LaLICC (Paris 4), CEA (Fontenay-aux-roses), EDF R&D, France-Telecom R&D, INA, IRIN (Nantes), IRIT (Toulouse), LIA (Avignon), Lille 3, LORIA (Nancy), LIP6 (Paris 6), LRI (Paris XI), PRC-I3, XRCE (Grenoble), CNRS-ILF, Maison des Sciences de l'Homme à Paris

### Internationales

Université Chiao-Tung (Taiwan), Université Columbia (N.Y.,USA), Université Kasetsart (Bangkok), Université Laval (Québec), A. Mickiewicz (Pologne), NACSIS (Japon), Actions GEOIDE (Canada), POLONIUM, PAPILLON (Japon), A. Pujari (Hyderabad, Inde), ITC-IRST(Italie)

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de recherche

- ANR, projet non thématique STIC, CONIQUE (2005-2008), LIMSI (pilote, B. Grau), CEA-LIST, MODYCO-P10
- ANR, projet thématique RNTL, AUTOGRAPH, « Auto-organisation et visualisation des graphes - Conception d'outils pour la gouvernance des grands collectifs à base coopérative » (2005-2007), SUSI - Division R&D France Telecom (pilote), LIAFA - CNRS, ENST, LIMSI - CNRS, Semiosys, INRIA Futurs-LRI, FING

- Contrat EDF-LIMSI (2003-2004), « L'analyse secondaire de données textuelles, mise au point de méthodes de data mining et visualisation de données textuelles et non textuelles », B. Habert
- SENSNET (2002-2003), « Etudier les parcours individuels sur le Web », projet pré-compétitif RNRT, LIMSI avec Paris 3, France Télécom, Nielsen-Netratings
- ALLIANCE (2000-2003), « Evolution sémantique et thématique dans les documents ; catégorisation sémantique de mots », projet exploratoire RNRT, LIMSI (pilote) avec LIP 6, Xerox, FPH (Fondation pour le progrès de l'homme)
- EVALDA (2002-2004), projet interministériel Technolanguage
  - EASY, « Evaluation d'analyseurs syntaxiques »
  - EQueR, « Réalisation et évaluation d'un système de questions réponses »
- MEDIAWORKS (2000-2003), « Indexation multimédia », projet RIAM, LIMSI avec TF1, AEGIS, INRIA-Rennes, INRIA-Rocquencourt, EML
- RIP-WEB (2003), « Elargir la problématique Q/A à la recherche d'information précise sur le Web », action spécifique CNRS
- PLEXIR (2002-2004), Plate-forme pour l'expérimentation et l'évaluation en recherche d'information, Atelier du RTPDOC
- « Les schémas de situations comme structures fonctionnelles de la mémoire sémantique humaine », (2004-2006) Projet interdisciplinaire TCAN
- « Visualisation dynamique de textes », projet Cognitique du Ministère de la Recherche, ERSS, IRIT, LIMSI, LIP6, LPEQ
- « Modèle pour l'exploration sémantique de texte orientée par les points de vue du lecteur » (2002-2005), projet Cognitique MENRT, LaLICC (CNRS et Paris 4), UMR LATTICE, LIC2M (CEA)
- « Sémantiques de la transmodalité », projet interdisciplinaire CNRS, LIMSI, IRIT
- « Intervalles temporels, application à la linguistique textuelle », projet TCAN-CNRS, LIMSI, LIPN, GREYC, Université Rouen
- GEOIDE (2002-2005) Intelligent data fusion for aircraft navigation and disaster management (<http://www.geoide.ulaval.ca/Public/an/ProgrammesRD/Projets/ProjectELD.html>), G. Cotteret, G. Ligozat

## Tableau des contrats

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
17/08/2000	16/08/2003			INA	6 860 €	Habert Benoit	Collaboration de recherche
01/09/2000	31/12/2003	Mediaworks	RIAM	MEFI	459 030 €	Sabah Gérard	Collaboration de recherche
11/12/2000	10/12/2003	Outiller les alliances	RNRT	Fondation CLM progrès de l'homme	201 182 €	Henry Claude	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2005		Société de l'Information	CNRS	32 867 €	Ligozat Gérard	Collaboration de recherche
01/01/2002			RTP STIC	CNRS	9 500 €	Grau Brigitte	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2004	Sensnet	MEFI	MEFI	232 900 €	Habert Benoit	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2005	GEOIDE		GEOIDE	-	Ligozat Gérard	Collaboration de recherche
01/07/2002	31/07/2005		Société de l'Information	CNRS	19 960 €	Jacquemin Christian	Collaboration de recherche
04/12/2002	01/04/2006	EVALDA	Technolangue	MENRT	66 798 €	Paroubek Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2003	CONIQUE	TCAN	CNRS	5 000 €	Grau Brigitte	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2004	APCOLAN	TCAN	CNRS	5 000 €	Paroubek Patrick	Collaboration de recherche
01/07/2003			RTP STIC	CNRS	5 310 €	Kodratoff Yves	Collaboration de recherche
01/07/2003	31/07/2005		TCAN	CNRS	10 000 €	François Levy	Collaboration de recherche
15/09/2003	14/12/2004			EDF	151 920 €	Habert Benoit	Collaboration de recherche
01/01/2004	31/12/2004	PLEXIR	RTP STIC	CNRS	3 980 €	Boughanem Mohand	Collaboration de recherche
01/12/2005	31/10/2008	CONIQUE	Prog non thématique	ANR	93 300 €	Grau Brigitte	Collaboration de recherche
01/01/2006	31/12/2007	AUTOGRAPH	RNRT	ANR	105 000 €	Cardon Dominique	Collaboration de recherche
01/01/2006	31/12/2007	SEVEN	RNTL	ANR	140 000 €	Sylvaine Nugier	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2004	EVALDA (EQUER)	Technolangue	ELDA	-	Grau Brigitte	Autre
01/01/2003	31/12/2004	RIP-WEB	AS STIC	CNRS	15 000 €	Grau Brigitte	Autre

## Production scientifique

### Thèses

1. Fiévé, E., *Rôle des composantes temporelles dans l'évaluation des relations causales. Thèse Doct. Sciences Cognitives, LIMSI-CNRS. Université Paris-Sud, Orsay (2005).*
2. Gala-Pavia, N., *Un modèle d'analyseur syntaxique robuste fondé sur la modularité et la lexicalisation de ses grammaires. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).*
3. Grau, B., *Comprendre pour apprendre et apprendre pour comprendre. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, LIMSI-CNRS. Université Paris Sud, Orsay (2005).*
4. Hernandez, N., *Description et détection automatique de structures de texte pour la navigation dans le document. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).*
5. Poudade, J., *Le sens par le couplage action-perception : la persémacrique. Thèse Doct Informatique, Univ Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2005).*
6. Vilnat, A., *Dialogue et analyse de phrases. Thèse d'Habilitation à diriger des recherches, LIMSI-CNRS. Université Paris Sud, Orsay (2005).*

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Bourdil, G., F. Elkateb-Gara, O. Ferret, B. Grau, G. Illouz, B. Mathieu, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat, *Answering French questions in English by exploiting results from several sources of information. Lecture Notes in Computer Science, 2005. 3491: 4, 470-481.*
2. Edwards, G. and G. Ligozat, *A formal model for structuring local perceptions of environment space. Cognitive Processing :*

International Quarterly of Cognitive Science, 2004. 5: 1, 3-9.

3. Ferret, O., B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, C. Jacquemin, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat, *How a NLP approach benefits question answering*. Knowledge Organization Journal, 2003. 29: 29 - Special issue on evaluation of HLT, 3-4.
4. Folch, H. and B. Habert, *Using topic maps to combine heterogeneous conceptual spaces*. Interchange : Newsletter of the International SGML/XML User's group, 2003. 9, n°2: 1, 2-21.
5. Fuchs, C. and B. Habert, *Le traitement automatique des langues : des modèles aux ressources*. Le français moderne, 2004: 1, 1-13.
6. Habert, B. and C. Fuchs, *Bilan et perspectives méthodologiques*. Le français moderne, 2004: 1, 88-97.
7. Habert, B., *Orientations bibliographiques*. Le français moderne, 2004: 1, 98-111.
8. Habert, B., *Outils de la linguistique : de l'emprunt de techniques aux rencontres de savoirs*. Revue Française de Linguistique Appliquée, 2004. 9: 1, 5-24.
9. Jacquemin, C., H. Folch, K. Garcia, and S. Nugier, *Visualisation interactive d'espaces documentaires*. Revue I3, 2005. 5: 1, 59-84.
10. Ligozat, G., D. Mitra, and J.F. Condotta, *Spatial and temporal reasoning : beyond Allen's calculus*. AI Communications, 2004. 17: 4, 223-233.
11. Ligozat, G. and J.F. Condotta, *On the relevance of conceptual spaces for spatial and temporal reasoning*. Spatial Cognition and Computation, 2005. 5: 1, 1-27.
12. Przytula-Machrouh, E., G. Ligozat, and M. Denis, *Vers des ontologies transmodales pour la description d'itinéraires : le concept de scène élémentaire*. Revue Internationale de Géomatique : n° Spécial sur les ontologies spatiales, 2004. 14: 2, 285-302.
13. Zock, M., *A critical review of Pechmann, T & C Habel's book «Multidisciplinary approaches to language production» Mouton de Gruyter 2004*. Linguist List, 2005: 16-1495, 1-6.
14. Zock, M., *Le dictionnaire mental, modèle des dictionnaires de demain?* Revue Française de Linguistique Appliquée, 2005. X: 2005-2, 1-17.
15. Zweigenbaum, P. and B. Habert, *Accès mesurés aux sens*. Mots : Les langages du politique, 2004: 74, 93-106.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Berthelin, J.-B. (Ed.). *Du sujet : théorie et praxis - textes des séminaires et travaux de recherche - sixième recueil*. 2003. Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
2. Habert, B., *Linguistique et informatique : nouveaux défis - Revue française de linguistique appliquée, n°2004-1, vol. 9*. 2004. Publications linguistiques.
3. Hernandez, N., M. Jardino, and G. Pitel (Eds.). *Actes TALN & RECITAL 2005*. 2005. CNRS ATALA, Paris.
4. Zock, M. and P. Saint-Dizier, *Enhancing and using electronic dictionaries - COLING 04*. 2004. MIT Press, Cambridge, MA.
5. Balbiani, P., J.F. Condotta, and G. Ligozat, *Reasoning about cyclic space : axiomatic and computational aspects*, in *Spatial cognition III*, C. Freksa, et al., Editors. 2003. Springer, Berlin. 348-371.
6. Bossard, B., A. Braffort, and M. Jardino, *Some issues in sign language processing*, in *Gesture-based communication in human-computer interaction*, A. Braffort, et al., Editors. 2004. Springer.
7. Folch, H. and B. Habert, *Langages de métadonnées pour Web(s) sémantique(s)*, in *Méthodes avancées pour les systèmes de recherche d'informations*, M. Ihadjadene, Editor. 2004. Lavoisier, Paris. 55-71.
8. Grau, B., *Evaluation des systèmes de question-réponse*, in *Evaluation des systèmes de traitement de l'information*, S. Chaudiron, Editor. 2004. Hermes, Paris. 77-98.
9. Grau, B., *Systèmes de question-réponse*, in *Méthodes avancées pour les systèmes de recherche d'information*, M. Ihadjadene, Editor. 2004. Hermes, Paris. 189-218.

## Conférences à comité de lecture

1. Adda-Decker, M., B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *A disfluency study for cleaning spontaneous speech automatic transcripts and improving speech language models*. in *DISS'03. Disfluency in Spontaneous Speech. ISCA Research Workshop*. 2003. Göteborg, Sweden. pp 67-70.
2. Adda-Decker, M., B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *Une étude des disfluences pour la transcription automatique de la parole spontanée et l'amélioration des modèles de langage*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
3. Balbiani, P., J.F. Condotta, and G. Ligozat. *On the consistency problem for the INDU calculus*. in *TIME-ICTL 2003. 10th International Symposium on Temporal Representation and Reasoning & 4th International Conference on Temporal Logic*. 2003. Cairns, Australia.
4. Balbiani, P., J.F. Condotta, and G. Ligozat. *Le problème de la cohérence des réseaux de contraintes du formalisme INDU*. in *JNPC 2003. 9èmes Journées Nationales sur la Résolution Pratique de Problèmes NP-Complets*. 2003. Amiens, France. pp

5. Barbier, V. and A.-L. Ligozat. *A syntactic strategy for filtering sentences in a question answering system*. in *RANLP 2005. Recent Advances in Natural Language Processing*. 2005. Borovets, Bulgaria. pp 5.
6. Barbier, V., B. Grau, A.-L. Ligozat, I. Robba, and A. Vilnat. *Semantic knowledge in question answering systems*. in *IJCAI-05. Nineteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence : Knowledge and Reasoning for Answering Questions*. 2005. Edinburgh, Scotland. pp 49-52.
7. Barbier, V. *Quels types de connaissance sémantique pour questions-réponses?* in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 535-544.
8. Barras, C., G. Adda, M. Adda-Decker, B. Habert, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *Automatic audio and manual transcripts alignment, time-code transfer and selection of exact transcripts*. in *LREC 2004. 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.
9. Berthelin, J.-B., G. de Chalendar, F. Elkateb-Gara, O. Ferret, B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *Getting reliable answers by exploiting results from several sources of information*. in *2nd CoLogNET-ELsNET Symposium «Questions and answers : theoretical and applied perspectives»*. 2003. Amsterdam, Netherlands. pp 61-71.
10. Berthelin, J.-B., G. de Chalendar, F. El Kateb, O. Ferret, B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *Trouver des réponses sur le Web et dans une collection fermée*. in *Workshop INFORSID «Recherche d'information : un nouveau passage à l'échelle»*. 2003. Nancy, France. pp 11.
11. Berthelin, J.-B. *Structural ambiguity in context*. in *L & T'05. 2nd Language & Technology Conference : Human Language Technologies as a Challenge for Computer Science and Linguistics*. 2005. Poznan, Poland. pp 4.
12. Bossard, B., A. Braffort, and M. Jardino. *Some issues in sign language processing*. in *The 5th International Workshop on Gesture and Sign Language based Human-Computer Interaction*. 2003. Genova, Italy. pp 12.
13. Bossard, B., T. Convard, A. Braffort, D. Touraine, P. Bourdot, and M. Jardino. *Un système de reconnaissance de gestes générique pour la Réalité Virtuelle*. in *RFIA 2004. 14ème Congrès Francophone AFRIF-AFIA de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*. 2004. Toulouse, France. pp 9.
14. Boula de Mareuil, P., B. Habert, F. Bénard, M. Adda-Decker, C. Barras, G. Adda, and P. Paroubek. *A quantitative study of disfluencies in French broadcast interviews*. in *DISS'05. Disfluency in Spontaneous Speech Workshop*. 2005. Aix en Provence, France. pp 6.
15. Condotta, J.F. and G. Ligozat. *Une axiomatisation des relations qualitatives du calcul des intervalles cycliques*. in *RFIA 2004. 14ème congrès francophone AFRIF-AFIA de reconnaissance des formes et intelligence artificielle*. LAAS-CNRS/IRIT. 2004. Toulouse, France. pp 10.
16. Condotta, J.F. and G. Ligozat. *Axiomatizing the cyclic interval calculus*. in *KR 2004. Ninth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*. 2004. Whistler, Canada. pp 95-105.
17. Condotta, J.F., G. Ligozat, and S. Tripakis. *Ultimately periodic qualitative constraint networks for spatial and temporal reasoning*. in *ICTAI 2005. The 17th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*. 2005. Hong Kong, China. pp 5.
18. de Chalendar, G., F. El Kateb, O. Ferret, B. Grau, M. Hurault-Plantet, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *Confronter des sources de connaissances différentes pour obtenir une réponse plus fiable*. in *TALN 2003. 10ème Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles*. 2003. Batz-sur-Mer, France. pp 10.
19. Devillers, L., H. Maynard, S. Rosset, P. Paroubek, J.Y. Antoine, F. Bechet, C. Bousquet, O. Bontron, L. Charnay, R. Choukri, K. McTait, L. Romary, M. Vergnes, and N. Vigouroux. *The French MEDIA/EVALDA project : the evaluation of the understanding capability of spoken language dialogue systems*. in *LREC 2004. 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.
20. Fiévé, E., J.-P. Rossi, and G. Ligozat. *Aspect and causality*. in *14th Annual Meeting of the Society for Text and Discourses*. 2004. Chicago. Poster.
21. Folch, H., B. Habert, M. Jardino, N. Pernelle, M.C. Rousset, and A. Termier. *Highlighting latent structure in documents*. in *LREC 2004. Fourth International Conference on Language Resources and Evaluation, Held in memory of Antonio Zampolli*. Centro Cultural de Belem. 2004. Lisbon, Portugal. pp IV1331-IV1334.
22. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *Human-computer dialog system in an open domain*. in *MLM'05. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms*. 2005. Edinburgh, Scotland. Poster.
23. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *Ritel : an open-domain, human-computer dialog system*. in *Eurospeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
24. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *RITEL : dialogue homme-machine à domaine ouvert*. in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 439-444.
25. Gendner, V., G. Illouz, M. Jardino, P. Paroubek, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *Proposition de protocole d'évaluation des analyseurs syntaxiques du français : PEAS*. in *TALN 2003. 10ème Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles*. 2003. Batz-sur-Mer, France. pp 8.
26. Gendner, V., G. Illouz, M. Jardino, L. Monceaux, P. Paroubek, I. Robba, and A. Vilnat. *PEAS, the first instantiation of a comparative framework for evaluating parsers of French*. in *EACL 2003. 10th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics*. 2003. Budapest, Hungary. pp 95-98.
27. Grau, B., G. Illouz, L. Monceaux, I. Robba, A. Vilnat, O. Ferret, and F. Elkateb-Gara. *Application de plusieurs stratégies pour trouver des réponses en anglais à des questions posées en français*. in *CIDE 8. Conférence Internationale sur le*

*Document Electronique*. 2005. Beyrouth, Liban. pp 12.

28. Grau, B., I. Robba, A. Vilnat, A.-L. Ligozat, F. Elkateb-Gara, and P. Paroubek. *De l'importance des synonymes pour la sélection de passages en question-réponse*. in *CORIA'05. 2ème Conférence en Recherche d'Informations et Applications*. 2005. Grenoble, France. pp 71-94.
29. Habert, B., G. Illouz, and H. Folch. *Dégrouper les sens : pourquoi, comment ?* in *JADT 2004. 7èmes Journées Internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles*. 2004. Louvain-la-Neuve, Belgique. pp 565-576.
30. Hernandez, N. and B. Grau. *What is this text about? Combining topic and meta-descriptors for text structure presentation*. in *Acm Sigdoc 2003*. 2003. San Francisco. pp 8.
31. Hernandez, N. and B. Grau. *Finer-grained text analysis for a more accurate text description*. in *PACLING 2003. Pacific Association for Computational Linguistics*. 2003. Halifax, Canada. pp 4.
32. Hernandez, N. and B. Grau. *Acquisition de méta-descripteurs pour structurer des documents*. in *Acquisition, apprentissage et exploitation de connaissances sémantiques pour l'accès au contenu contextuel. Plate forme de l'AFIA*. 2003. Laval, France. pp 12.
33. Hernandez, N. and B. Grau. *Automatic extraction of meta-descriptors for text description*. in *RANLP 2003. Recent Advances in Natural Language Processing*. 2003. Borovets, Bulgaria. pp 5.
34. Hernandez, N. and B. Grau. *Extraction et typage de termes significatifs pour la description de textes*. in *Congrès du chapitre français de l'ISKO. International Society for Knowledge Organisation*. 2003. Grenoble, France. pp 10.
35. Hernandez, N. and B. Grau. *Topic and meta-descriptor extraction for text description*. in *International Conference on Web Intelligence. IEEE-WIC*. 2003. Halifax, Canada. pp 6.
36. Hernandez, N. and B. Grau. *Détection automatique de structures fines du discours*. in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 213-217.
37. Hurault-Plantet, M. *Sélection des traits et catégorisation thématique dans un corpus de pages personnelles Web*. in *CIDE 7. 7ème Colloque International sur le Document Electronique*. 2004. La Rochelle, France. pp 309-324.
38. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, S. de Laubier, M. Denis, H. Folch, H. Genevois, B.F.G. Katz, S. Nugier, and N. Schnell. *Design d'environnements multimodaux interactifs communicants*. in *H2PTM'05. HypermédiAs Hypertexts, Products, Tools and Methods*. 2005. Paris, France. pp 45-57.
39. Jacquemin, C., H. Folch, and S. Nugier. *Exploration d'analyse de données textuelles et navigation contrôlée dans OCEAN*. in *IHM 2005. 17e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. 2005. Toulouse, France. pp 4.
40. Jardino, M. *Recherche de structures latentes dans des partitions de «textes» de 2 à K classes*. in *JADT 2004. 7èmes Journées Internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles*. 2004. Louvain-la-Neuve, Belgique. pp 661-671.
41. Jardino, M. *Highlighting latent structures in texts*. in *PASCAL Workshop on Learning Methods for Text Understanding and Mining*. 2004. Grenoble, France. pp 7.
42. Ligozat, G., D. Mitra, and J.F. Condotta. *Spatial and temporal reasoning : beyond Allen's calculus*. in *FASTR 2003. AAAI Spring Symposium on Foundations and Applications of Spatio-Temporal Reasoning*. 2003. Stanford, California. pp 23.
43. Ligozat, G. and J. Renz. *What is a qualitative calculus? A general framework*. in *PRICAI 2004. 8th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*. 2004. Auckland, New Zealand. pp 53-64.
44. Ligozat, G. and J. Renz. *Problems with local consistency for qualitative calculi*. in *ECAI 2004. 16th European Conference on Artificial Intelligence*. 2004. Valencia, Spain. pp 1047-1048.
45. Lortal, G., B. Grau, and M. Zock. *Système d'aide à l'accès lexical : trouver le mot qu'on a sur le bout de la langue*. in *TALN 2004. 11ème conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2004. Fès, Maroc. pp 10.
46. Max, A. *Simplification interactive pour la production de textes adaptés aux personnes souffrant de troubles de la compréhension*. in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 6.
47. Maynard, H., K. McTait, D. Mostefa, L. Devillers, S. Rosset, P. Paroubek, C. Bousquet, K. Choukri, J. Goulian, J.Y. Antoine, F. Bechet, O. Bontron, L. Charnay, L. Romary, M. Vergnes, and N. Vigouroux. *Constitution d'un corpus de dialogue oral pour l'évaluation automatique de la compréhension hors et en contexte du dialogue*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
48. Monceaux, L. and A. Vilnat. *Multi-analyse vers une analyse syntaxique plus fiable*. in *TALN 2003. 10ème Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles*. 2003. Batz-sur-Mer, France. pp 10.
49. Poudade, J. *Apprentissage collectif et horizon lexical*. in *AGENTAL 2004. Journée d'étude sur les Relations entre Systèmes Multi-Agents et Traitement Automatique des Langues. ATALA*. 2004. Paris, France. pp 7.
50. Poudade, J. and P. Paroubek. *Apprentissage collectif et lexicale*. in *TALN 2004. 11ème conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2004. Fès, Maroc. pp 6.
51. Przytula-Machrouh, E., G. Ligozat, and M. Denis. *Graphical vs verbal route descriptions : looking for supra-modal invariants*. in *Spatial Cognition 2004*. 2004. Frauenchiemsee Island, Bavaria. Poster.
52. Rossi, J.-P., J.-P. Martin, and E. Fiévé. *Plausibility of causal relations in text comprehension*. in *ICP 2004. 28th International Congress of Psychology. The chinese Psychological Society (CPS)*. 2004. Beijing, China. pp 25.
53. Vilnat, A., P. Paroubek, L. Monceaux, I. Robba, V. Gendner, G. Illouz, and M. Jardino. *EASY or how difficult can it be to define a reference corpus for French ?* in *TLT 2003. The Second Workshop on Treebanks and Linguistic Theories*. 2003.

Växjö, Sweden, November 14-15. pp 4.

54. Vilnat, A., P. Paroubek, L. Monceaux, I. Robba, V. Gendner, G. Illouz, and M. Jardino. *The ongoing evaluation campaign of syntactic parsing of french : EASY*. in *LREC 2004. Fourth International Conference on Language Resources and Evaluation, Held in memory of Antonio Zampolli. Centro Cultural de Belem*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.

55. Vilnat, A., L. Monceaux, P. Paroubek, I. Robba, V. Gendner, G. Illouz, and M. Jardino. *Annoter en constituant pour évaluer des analyseurs syntaxiques*. in *TALN 04. 11ème conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2004. Fès, Maroc. pp 10.

56. Zock, M. and S. Bilac. *Word lookup on the basis of associations : from an idea to a roadmap*. in *MLR 2004. Postcoling workshop on Multilingual Linguistic Resources*. 2004. Geneva, Switzerland. pp 7.

57. Zock, M. and J. Quint. *Why have them work for peanuts, when it is so easy to provide reward ? Motivations for converting a dictionary into a drill tutor*. in *Papillon 2004. 5th workshop on Multilingual Lexical Databases*. 2004. Grenoble, France. pp 8.

58. Zock, M. *Word lookup as an ongoing dialogue between a user and a lexicon*. in *NLP2004. The 10th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing*. 2004. Tokio, Japon. pp 484-487.

59. Zock, M. *Word lookup guided by associations*. in *INLG04. Third International Conference on Natural Language Generation*. 2004. New Forest, United Kingdom.

60. Zock, M. *How to find the needle in a haystack ?* in *AFITA / WCCA 2004. Joint Conference The 4th International Conference of the Asian Federation of Information Technology in Agriculture and The 2nd World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources*. 2004. Bangkok, Thailand. pp 17-23.

61. Zock, M. *L'ordinateur assistant l'homme à trouver le mot que celui-ci a sur le bout de la langue*. in *La génération de langue naturelle. Journée d'étude ATALA*. 2004. Paris, France. pp 1-10.

62. Zock, M., N. Hernandez, and A. Max. *L'ordinateur à la rescousse du rédacteur : comment reconnaître automatiquement des liens entre des idées afin de construire un plan?* in *La génération de langue naturelle. Journée d'étude ATALA*. 2004. Paris, France. pp 41-44.

## Congrès sans actes, workshops<sup>23</sup>

1. Grau, B., A.-L. Ligozat, L. Monceaux, I. Robba, M. Sialeu, and A. Vilnat. *Term translation validation by retrieving bi-terms*. in *Working Notes for the CLEF 2005 Workshop*. 2005. Vienna, Austria. pp 8.

2. Ligozat, G. *Constraint-based temporal and spatial and reasoning à la Allen : some open questions*. in *COST 274/TARSKI Workshop*. 2003. Leeds, UK.

3. Zock, M. and J. Quint. *Converting an electronic dictionary into a drill tutor*. in *STIL / ICALL Symposium. NLP and Speech Technologies in Advanced Language Learning Systems*. 2004. Venice, Italy. pp 4.

4. Ayache, C., B. Grau, and A. Vilnat. *Campagne d'évaluation EQueR-EVALDA : évaluation en question-réponse*. Atelier EQueR. TALN 2005 2005. Dourdan, France.

5. Grau, B., G. Illouz, L. Monceaux, P. Paroubek, O. Pons, I. Robba, and A. Vilnat. *FRASQUES, le système du groupe LIR, LIMSI*. Atelier EQueR. TALN 2005 2005. Dourdan, France.

6. Hurault-Plantet, M., M. Jardino, and G. Illouz. *Modèles de langage n-grammes et segmentation thématique pour une tâche de filtrage de textes*. Atelier DEFT'05. Défi Fouille de Texte (TALN 2005) 2005. Dourdan, France.

7. Paroubek, P., L.G. Pouillot, I. Robba, and A. Vilnat. *EASY : campagne d'évaluation des analyseurs syntaxiques*. Atelier EASY. TALN 2005 2005. Dourdan, France.

8. Vigier, D., N. Hernandez, M. Charolles, and J.P. Descles. *Text organization by combining fine-grained linguistic markers with global statistical measures*. Document design conference 2004. Tilburg, the Netherlands.

9. \* Zock, M. and P. Saint-Dizier. *Introduction to the Coling workshop proceedings : enhancing and using dictionaries*. The Coling workshop : enhancing and using dictionaries 2004. Geneva, Switzerland.

10. \* Zock, M. *Needles in a haystack and how to find them? The case of lexical access*. X Simposio Internacional de Comunicacion Social 2005. Santiago de Cuba, Cuba.

11. Berthelin, J.-B., G. de Chalendar, F. El Kateb, O. Ferret, B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *Trouver des réponses sur le Web et dans une collection fermée*. Journée RIP-WEB 2003. Orsay, France.

12. Ferret, O., B. Grau, M. Hurault-Plantet, G. Illouz, C. Jacquemin, L. Monceaux, I. Robba, and A. Vilnat. *La variation linguistique dans un système de question-réponse*. Des requêtes aux questions : nouvelle perspective pour la recherche d'information?. ATALA 2003. Paris, France.

13. Hurault-Plantet, M. *Sélection de traits et détection de thèmes pour l'analyse d'un corpus de pages personnelles Web*. Caractérisation des contenus de l'Internet : au-delà du lexique, l'approche sémantique. ATALA 2004. Paris, France.

<sup>23</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

CHRISTOPHE D'ALESSANDRO

## Introduction

Le groupe Perception Située a pour objectif l'étude de la perception dans ses diverses modalités pour le développement de systèmes de perception artificielle et d'interfaces expressives. En effet, dans le cadre des interfaces homme machine, la perception est une clef pour explorer les chemins « naturels » ou « intuitifs » de l'interaction. Le groupe traite des modalités visuelle, auditive et gestuelle, considérées dans les 4 dimensions de l'espace et du temps. La taille du groupe perception située étant assez importante, l'éventail des recherches menées est large : l'analyse, la perception de scènes visuelles, l'analyse, la perception et la synthèse de voix expressive et de variations phonologiques, la reconstruction d'images radiologiques tridimensionnelles, la perception et la synthèse du son dans l'espace, la description et la représentation d'itinéraires et l'orientation d'agents autonomes. Par la variété de ses travaux, le groupe perception située participe pleinement aux 3 axes majeurs du département « communication homme-machine » : les interfaces, le traitement du langage, la réalité virtuelle et augmentée.

## Perception et interfaces : vision et robotique autonome

Il est évident que les capacités perceptives apparaissent bien avant les capacités symboliques et les capacités de raisonnement (pour ne rien dire des capacités linguistiques, une forme particulière de symboles et de raisonnement chez les êtres vivants). Même les animaux les plus simples ont par définition la capacité de s'orienter, d'analyser leur environnement par les sens, tactile, olfactif, chimique, auditif, visuel. La machine reste pour l'essentiel encore privée de ces capacités. Elle ne peut que modérément s'orienter, percevoir, voir ou entendre, alors que l'on cherche à la doter d'intelligence ou de langage, voire de raisonnement.

Il semble donc de plus en plus important de développer des algorithmes capables de simuler les comportements perceptifs : percevoir, être plongé dans un environnement, développer une sensibilité et une réponse à cet environnement. Les modèles de ces comportements sont sans doute à puiser dans une inspiration biologique. Ainsi, le groupe travaille d'une part à la compréhension des mécanismes naturels de perception et d'autre part au développement de systèmes artificiels inspirés de ces mécanismes.

Un aspect important des systèmes de perception artificiels est le concept d'autonomie. L'autonomie n'est possible que dans l'hypothèse d'un monde ouvert où les symboles naissent de l'expérience et ne peuvent être donnés tous a priori. Ainsi, la perception est un processus actif intimement lié à l'action. Le processus perceptif est situé dans un contexte d'action et d'informations relatives à d'autres modalités. Il n'est pas le résultat d'un simple filtrage de l'information par un ensemble de filtres prédéfinis. Au contraire un système perceptif est le résultat d'une interaction permanente entre son environnement d'un côté, sa mémoire et ses connaissances acquises de l'autre. Le processus attentionnel peut être considéré comme l'ensemble des mécanismes permettant cette interrelation entre information ascendante provenant de l'environnement et information descendante provenant de la mémoire.

## Perception et traitement du langage : expressivité

La perception est au cœur du projet d'interaction homme machine « expressive » et « située ». Les systèmes doivent être capables d'analyser les nuances d'une situation particulière, et en retour de nuancer leur réponse en fonction de la situation. La communication (en particulier la parole) peut transmettre et manipuler directement des concepts dont le sens est bien établi, et se réduire dans les cas les plus simples à la commande et à la compréhension d'ordres. C'est le domaine de la communication « sémantique », du sens linguistique le plus étroit. L'approche « sémantique » fait appel aux niveaux cognitifs les plus élevés, posés comme a priori. On peut aussi considérer que le sens n'est pas donné a priori, mais doit se construire à partir des niveaux les plus bas (du signal) en interaction avec les aspects cognitifs. En amont ou en complément de cette communication « sémantique » existe également une communication plutôt « sémiotique », qui utilise des moyens moins structurés, moyens qui ne relèvent pas des propriétés formelles du langage. La pragmatique, ou situation de communication, intervient dans l'évaluation du contenu de la communication. C'est un phénomène banal dans les communications naturelles, de par la

dialectique entre ce qui est dit et la façon de le dire. Introduire la situation et l'expression dans les systèmes de traitement est un des grands enjeux actuels.

## Perception et réalité virtuelle

Le groupe prend pleinement part au développement de la réalité virtuelle et augmentée au laboratoire, en particulier sous les aspects de l'audio, de la cognition et de l'assistance à l'acte chirurgical. La perception est un processus fondamentalement multimodal, alliant audition, vision, geste et leurs interactions. Le groupe développe particulièrement les études sur l'espace. Il s'agit de l'espace auditif pour la spatialisation du son et l'acoustique des salles, de l'espace perçu, mémorisé et décrit verbalement pour les travaux sur la représentation d'itinéraires, de l'espace visuel pour les travaux sur l'analyse de scène et la robotique mobile. Des systèmes de rendu audio-visuel spatialisés et temps réel sont développés, tant pour les études cognitives, pour la synthèse audio que pour la visualisation d'organe en cours d'opération chirurgicale.

## Présentation de la recherche

Le groupe développe de nombreuses applications, depuis la synthèse de la parole jusqu'à la reconstruction d'image en situation d'opération chirurgicale. Les activités du groupe sont distribuées sur 5 thèmes de recherche, chaque thème travaillant éventuellement sur plusieurs projets :

- **Analyse et Synthèse Audio** : Ce thème traite d'analyse et de synthèse de la parole et de la voix. Il s'agit surtout de traitement du signal audio, de modélisation et de perception pour les aspects expressifs de la voix. Des projets associant le geste et le visage ont également débuté récemment
- **Modèles Perceptifs Visuels et Audio** : Ce thème traite de la perception de leur environnement par les systèmes artificiels autonomes. Il s'intéresse aux mécanismes de la perception active et attentionnelle, aux relations perception action et en particulier aux applications pour les systèmes robotiques autonomes
- **Imagerie Médicale** : Ce thème développe des systèmes d'imagerie radiologique et de réalité augmentée appliqués à l'aide au diagnostic et à l'intervention chirurgicale. Les systèmes développés sont utilisés par les praticiens comme assistance, donc rapides et performants
- **Son & Espace** : Ce thème traite des aspects spatiaux de l'audition pour la réalité virtuelle audio, de l'acoustique dans l'espace (acoustique des salles, interaction salle/instrument, rayonnement des sources) et d'acoustique des instruments de musique
- **Image Langage Espace** : Ce thème traite des aspects cognitifs de l'espace : images mentales, représentations de l'espace et navigation, description de la représentation de l'espace, représentation de l'espace et handicap

## Evolution du groupe (2003-2005)

Environ 25 permanents et doctorants participent actuellement aux travaux du groupe : 5 chercheurs CNRS, 3 ITA CNRS, 5 enseignants chercheurs, 11 doctorants. Chaque année, le pic des effectifs est atteint de mars à septembre, car en moyenne 2 post-doc et une douzaine de stagiaires de master recherche ou d'écoles d'ingénieur s'ajoutent aux membres permanents et aux doctorants.

Le groupe a connu plusieurs évolutions ces deux dernières années. Deux nouveaux thèmes ont été créés, tous deux autour de problématiques liées à l'espace. Le premier thème « son et espace » s'occupe des aspects spatiaux de l'acoustique (acoustique des salles, audition spatiale, auralisation etc.) et de réalité virtuelle audio. Ce thème émergent a été créé en 2004 pour développer une compétence nouvelle au LIMSI, il est dirigé par Brian Katz. Le second nouveau thème, « image, langage, espace », correspond à une activité plus ancienne, puisqu'il s'agit du rattachement au groupe d'une partie de l'ancien groupe « cognition humaine ». Ce thème traite de la cognition spatiale et des images mentales, il a été créé en 2005 et est dirigé par Michel Denis. Pour ce qui est des mouvements de permanents, sur la période 2004-2005 on peut noter deux départs et 5 arrivées : Charles Soussen (MC Paris XI) a été nommé à Nancy à la rentrée 2005, Philippe Boula de Mareuil a rejoint le groupe TLP à la rentrée 2005, Emmanuelle Frenoux a été recrutée comme MC à Paris XI à la rentrée 2005, Michel Denis, Maryvonne Carfantan, Marie-Paule Daniel et Luc Carité ont rejoint le groupe début 2005.

La suite du document décrit plus en détail l'activité des thèmes de recherche du groupe, puis donne des détails sur l'activité contractuelle, les collaborations, l'animation scientifique et la production scientifique du groupe.

## Thème Analyse et synthèse audio

Le domaine de ce thème comprend les aspects expressifs et pragmatiques de la parole et des signaux audio, en analyse et en synthèse, en particulier les aspects prosodiques, au sens étendu d'intonation et de qualité vocale.

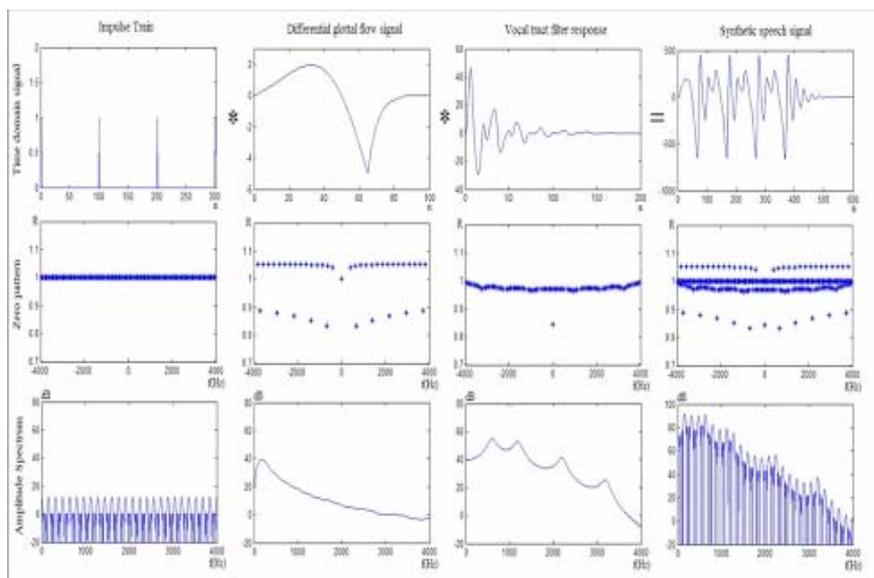
Les variations prosodiques s'accompagnent toujours de variations de la source vocale, ou source glottique. Donc pour produire des variations prosodiques convaincantes il faut mettre en oeuvre des traitements de la source, non seulement l'intonation et la durée, mais aussi les paramètres de l'onde glottique. La plupart des recherches récentes sur l'onde de débit glottique considèrent le problème dans le domaine temporel, à travers des modèles paramétriques du signal temporel. Nous développons depuis quelques années un nouveau type de modèles de la source, le modèle spectral causal-anticausal, ou modèle à phase mixte. En collaboration avec B. Bozkurt et T. Dutoit de la faculté polytechnique de Mons (séjour de 8 mois de B. Bozkurt au LIMSI) nous avons proposé une nouvelle méthode basée sur les zéros de la transformée en Z (ZTZ : Zeros of Z transform) du signal pour estimer ce modèle. La représentation ZTZ est une nouvelle classe de représentation du signal de parole qui devrait avoir un impact important dans le domaine. Avec un choix correct de la fenêtre d'analyse, on peut séparer la partie causale et la partie anticausale du signal et ainsi estimer les paramètres de l'onde de débit glottique, sans filtrage inverse. Cette méthode permet aussi d'estimer les formants du conduit vocal et la partie causale de l'onde de débit glottique (pente spectrale).

La source vocale est également analysée à l'aide de mesures acoustiques et électro-glottographiques. Une méthode de mesure du quotient ouvert indépendante du système supraglottique a été développée, évaluée et appliquée à une large base de données. Cette méthode consiste à mesurer sur la dérivée du signal EGG la durée séparant le pic de fermeture glottique du pic d'ouverture. La base de données analysée est constituée de l'enregistrement simultané des signaux acoustiques et EGG de 18 chanteurs entraînés sur des voyelles tenues, des sons filés ou des phrases parlées et chantées. L'exploitation de cette base a confirmé que le quotient ouvert est plus élevé en mécanisme II (« voix de tête ») qu'en mécanisme I (« voix de poitrine »), et mis en évidence qu'il est fortement corrélé à l'intensité vocale en mécanisme I et à la fréquence fondamentale en mécanisme II. Ce travail a été mené dans le cadre d'une collaboration avec N. Henrich et M. Castellengo du Laboratoire d'Acoustique Musicale (CNRS/Paris 6/Ministère de la Culture).

L'analyse de la source a été appliquée à la phonologie du Vietnamien. En effet, les langues à tons sont des langues dont le système phonologique comprend des éléments prosodiques. En Vietnamien certains tons sont marqués par des changements de hauteur mélodique (tons montants, tons descendants par exemple), alors que d'autres tons sont marqués par des changements de hauteur spectrale (tons étranglés par exemple). Le premier cas, lorsque la hauteur tonale réalise phonétiquement les tons, est bien connu en phonétique. Le second cas a été beaucoup moins étudié et fait l'objet spécifique de cette recherche. Dans la continuité de nos travaux sur la perception tonale d'une part et sur la perception de la qualité vocale, d'autre part, nous avons étudié la réalisation des tons distinctifs dits « étranglés ». Un corpus de Vietnamien parlé, avec des oppositions phonologiques pour les 6 tons du Vietnamien a été recueilli. Les signaux acoustiques et EGG ont été analysés. Il est apparu que les tons étranglés résultent de variations de quotient ouvert, et des données quantitatives ont été obtenues (collaboration avec A. Michaud, de l'Institut de Phonétique, Paris III).

Une approche de la source vocale complémentaire de l'approche phénoménologique par traitement du signal, est l'approche physique, par modélisation mécanique. Depuis plusieurs années nous mettons à profit les compétences des deux départements du laboratoire pour étudier la voix. Cette collaboration s'est établie grâce à la présence de D. Sciamarella qui a mis en oeuvre le modèle à deux masses de Flanagan revu par N. Lous et collègues. Dans un domaine où les mesures expérimentales invasives sont exclues, les modèles mécaniques permettent de simuler la production véritable et donc de mesurer des variables impossibles à atteindre sinon. Dans un premier temps, nous avons fait le lien entre le modèle à deux masses et la description phénoménologique de la source, en terme de traitement du signal, afin d'évaluer dans quelle mesure les modèles de signaux et les signaux issus du modèle à deux masses sont compatibles. Ainsi il apparaît que les registres laryngés apparaissent même sur un modèle symétrique à deux masses, dont la dynamique est donc assez complexe pour simuler la voix. Dans un deuxième temps nous avons étudié les spectres produits par le modèle à deux masses, afin de faire le lien entre modèles mécaniques et modèles de signal. C'est un moyen indirect d'évaluer les deux types de modèles et ainsi de mieux comprendre la production vocale.

En synthèse de parole, nous développons un système de contrôle gestuel : la synthèse de parole est considérée comme un instrument. On ne lui demande plus des capacités humaines pour nuancer sa voix, produire des attitudes et des émotions, mais on cherche un instrument vocal suffisamment sophistiqué pour synthétiser une voix réellement expressive, jouée par un opérateur. Ce projet implique le contrôle en temps réel des paramètres acoustiques responsables de l'expression. Une première tâche est d'identifier ces paramètres. Ensuite, il faut mettre en oeuvre des contrôleurs gestuels temps réel pour piloter un synthétiseur de parole ou de voix. Une première série de réalisations a vu le jour l'été 2005 dans le cadre d'un workshop (réseau d'excellence SIMILAR) où nous avons proposé ce projet de « Speech conductor ». Des synthétiseurs vocaux pilotés par des contrôleurs gestuels ont été mis en oeuvre et démontrés. La synthèse produite est très naturelle. La thèse de S. LeBeux commence à l'automne 2005 sur ce sujet.



*Principe de l'analyse de la parole par les zéros de la transformée en Z*

L'évaluation de la qualité des voix synthétiques a constitué également une partie des recherches du groupe ces deux dernières années. Une évaluation spécifique de la prosodie pour la nouvelle génération de synthétiseurs par sélection et concaténation a été menée. Participant à l'évaluation conjointe des synthétiseurs au niveau francophone, nous avons en particulier étudié la prononciation des noms propres en fonction de leur origine linguistique. Ces travaux d'évaluation sont effectués dans le cadre d'un projet d'évaluation de la synthèse au niveau francophone dont nous assumons la responsabilité scientifique.

Les phénomènes spécifiques à la parole spontanée peuvent être étudiés sur une grande échelle grâce aux performances des systèmes de reconnaissance. En liaison avec le groupe TLP, de gros corpus de l'INA ont pu être étudiés, afin de mettre en évidence les types de disfluences liées à la parole spontanée ou semi-spontanée. Ainsi nous abordons les questions phonostylistiques, qui traitent de la variation phonique, dans la mesure où celle-ci produit une réaction ou un effet sur l'auditeur. La question du style vocal ou verbal est centrale pour la linguistique. Une étude a commencé sur le style des journalistes des années 40 par rapport à celui d'aujourd'hui. Établir des divisions entre ces différents phonostyles est d'autant plus délicat qu'ils n'impliquent plus une seule dimension [ $\pm$  spontané] mais plusieurs. Grâce à l'alignement automatique de corpus, les variantes de prononciation en Français peuvent être étudiées de façon systématique (schwa, liaisons).

La voix porte des informations relatives aux caractéristiques physiques et psychologiques du locuteur. Nous coopérons dans ce domaine avec une étudiante d'Ethnologie de Paris X Nanterre (L. Bruckert), dont la thèse porte sur l'appréciation perceptive de voix d'hommes par un groupe homogène d'auditrices. A partir d'un corpus de parole lue par plusieurs locuteurs masculins et des réponses des auditrices nous avons mis en évidence un certain nombre d'indices acoustiques, prosodiques et spectraux, qui expliquent de manière statistiquement significative l'évaluation de certaines caractéristiques physiques des locuteurs (taille, poids) par les auditrices, ainsi que certains aspects hédoniques de leur voix.

L'accent, sa description acoustique et phonologique et sa perception par l'auditeur, est un autre aspect de la variation en parole. Dans le cadre du consortium MIDL (Modélisation pour l'Identification des Langues, CNRS STIC-SHS) nous avons mené plusieurs études comparant diverses manières, individuelles ou régionales, de prononcer un même message oral. L'une d'entre elles vise à définir des indices représentatifs

de la prosodie dans ses trois dimensions (pitch, durée syllabique, intensité), pour un ensemble de locutrices francophones lisant un même texte d'une vingtaine de secondes. En s'appuyant sur la notion de noyau vocalique, distincte tant de la voyelle que de la syllabe, nous avons pu mettre en évidence pour chaque dimension un profil moyen lié à la structure du texte et au mode de lecture adopté, ainsi que les particularités individuelles permettant d'identifier les locutrices par leur manière de parler. Pour la perception de l'accent étranger, le rôle de la prosodie et celui des segments ont été étudiés grâce à un paradigme de transplantation prosodique. Il semble que les aspects prosodiques soient moins importants que les aspects articulatoires pour certains couples de langue (italien/espagnol), alors qu'au contraire la prosodie domine pour d'autre (français/arabe). Les accents régionaux du français sont étudiés dans le cadre d'un projet sur les variétés régionales du français. Des applications à la reconnaissance automatique de la parole sont envisagées.

## Thème Modèles perceptifs visuels et audio

Le thème développe des recherches concernant la perception artificielle. Ces travaux s'appuient sur l'idée principale que les mécanismes de perception sont indissociables du système qui les héberge et de ses compétences comportementales. Ainsi, la perception ne peut être considérée comme un ensemble de mécanismes de filtrage de l'information sensorielle provenant des capteurs conduisant à une représentation interne du monde. Elle doit plutôt être vue comme un processus actif de transformation et de sélection d'information, et d'interaction avec le monde au travers des mécanismes attentionnels et des actions réalisées par le système doté de capacités perceptives.

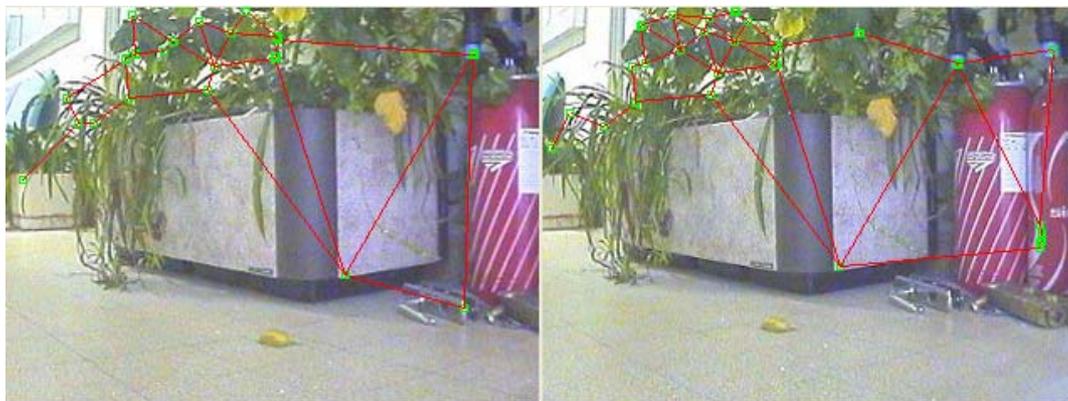
Dans ce contexte, nos recherches se développent selon trois axes qui concernent la détermination des contextes d'une scène visuelle, la modélisation de processus pré-attentionnels et attentionnels et l'implémentation de nouvelles formes de représentation du monde extérieur par l'intermédiaire des relations perception-action. Ainsi nous considérons les mécanismes perceptifs comme indissociables des processus comportementaux qui les suscitent et qu'ils alimentent. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de tester ces approches sur des systèmes robotiques autonomes.

La détermination du contexte d'une scène est importante si l'on considère que l'identification des objets présents dans la scène est facilitée par la détermination préalable de la situation dans laquelle se trouve le système. En effet, la connaissance du contexte permet très probablement de simplifier les caractéristiques qui doivent être retenues pour l'identification des objets. Un ensemble de références relatives au contexte (pointeurs déictiques) suffit alors au système pour accéder à l'information utile pour agir dans le contexte en question.

Le contexte étant fondé sur des caractéristiques globales de la scène, nous avons mis en œuvre des techniques de caractérisation globale fondées sur les fréquences spatiales. En utilisant un filtrage multi-résolution à l'aide d'ondelettes de Gabor suivi d'une classification utilisant des fonctions radiales, N. Denquive (Thèse soutenue en décembre 2004) a montré que l'on pouvait obtenir une classification efficace de scènes visuelles. Nous commençons à appliquer cette approche à la classification d'images vidéo acquises au cours des déplacements d'un robot Koala dans des contextes différents.

Toute l'information contenue dans une scène visuelle n'est pas forcément pertinente pour son interprétation. Cette constatation pose le problème de savoir ce qui constitue les éléments saillants d'une scène et comment les calculer. On distinguera les éléments qui font saillance pour des raisons intrinsèques à la scène visuelle et ceux qui correspondent à des régions d'intérêt (RoI) dépendant des attentes du système. Nous étudions plusieurs modèles de construction de saillances fondés sur des mesures de contrastes locaux selon diverses modalités (luminance, couleurs, orientations...) mais également sur le mouvement. Nous comparons deux approches de leur implémentation, une approche conventionnelle à base de filtres de traitement d'images en relation avec une approche bayésienne de la relation entre objets et contextes, qui fait l'objet de la thèse d'H. Guillaume, et une méthode mettant en œuvre des réseaux de neurones pulsés et des mécanismes de codage temporel qui correspond à la thèse de S. Chevallier.

Un système robotique réellement autonome ne peut s'appuyer sur une représentation du monde donnée *a priori* de façon arbitraire. Une telle représentation doit émerger de ses interactions avec le monde extérieur et dépendre de ses capacités à agir sur son environnement. La représentation du monde d'un système autonome est intrinsèquement liée à la nature et aux performances de ses capteurs mais également à ses capacités d'exploration du monde extérieur au travers de ses compétences motrices. Ainsi, le concept de contingences sensori-motrices est au centre de l'appréhension de son environnement par un système naturel ou artificiel. La thèse de C. Coussinet a été l'occasion d'étudier la mise en œuvre de telles contingences sensori-motrices sur des robots. Pour ce faire, C. Coussinet a développé un nouveau système de classeurs



*Calcul de points de saillance et graphes de voisinage pour la reconnaissance du contexte et le recalage d'image en robotique mobile*

prenant en compte la notion d'anticipation. On peut ainsi faire l'apprentissage d'un environnement au travers de la capacité du système à prédire les conséquences sensorielles de ses actions. L'analyse de scènes ne s'applique pas aux seules scènes du monde visuel. La modalité auditive permet également de localiser et de séparer les sources sonores présentes dans notre environnement (ASA, Auditory Scene Analysis). Il s'agit là d'un problème crucial pour l'auditeur humain en situation de malentendance, comme en témoigne le classique effet de Cocktail Party. C'est aussi une pierre d'achoppement pour les systèmes automatiques de traitement de la parole, qui jusqu'à présent ont éludé le problème en pratiquant une prise de son de proximité. Nous nous intéressons à l'approche calculatoire du problème (CASA, Computational Auditory Scene Analysis), tant pour comprendre le phénomène du point de vue de la perception naturelle que dans le but d'améliorer les systèmes artificiels. Nous appliquons la même démarche que dans l'analyse des scènes visuelles, en cherchant à faire coopérer un flux d'information ascendant, venant du signal, avec un flux descendant représentant les aspects attentionnels, structuraux et comportementaux de la tâche. F. Signol vient de commencer sa thèse sur ce sujet, avec déjà de bons résultats dans la séparation de voyelles mélangées dans un signal monaural.

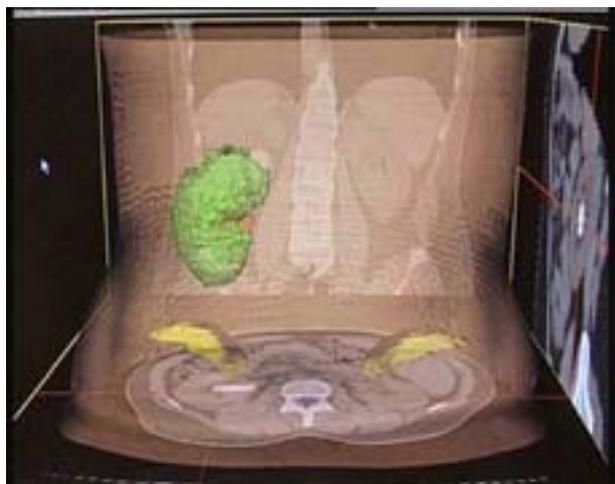
Nous avons le projet de nous intéresser à court terme à la mise en correspondance des aspects visuels et audio et à la question de la fusion de modalités en robotique autonome. A plus long terme, nous envisageons de généraliser le paradigme de la robotique autonome à des systèmes perceptifs diffus dans lesquels un environnement muni de capteurs perceptifs actifs peut être vu comme une entité artificielle.

## Thème Imagerie radiologique

Cette activité de recherche est centrée sur la segmentation 3D d'images radiologiques, en développant un système informatique de traitement d'images radiologiques (PTM3D : Poste de Traitement Médical 3D). L'objectif *in fine* de ce travail est de contribuer à répondre à une question anatomique clé à laquelle personne ne peut répondre aujourd'hui de manière précise et objective : Où est la lésion, combien mesure-t-elle ? Où est l'organe, combien mesure-t-il ? Or les unités d'acquisition d'images (scanners, et IRM notamment) sont de plus en plus précises (voxels de volume inférieur au mm cube). Deux approches spécifiques différencient cette activité vis-à-vis des autres équipes travaillant sur l'imagerie 3D : A) Une image radiologique est trop complexe pour être analysée automatiquement donc, l'utilisateur (radiologue) désigne la région d'intérêt. B) En radiologie nous sommes intéressés par la « segmentation » précise d'un organe et des lésions, pas par des vues 3D globales sans utilité clinique, donc le praticien choisit les régions à segmenter, initialise le processus de reconstruction et « accompagne » la génération automatique de volumes, pouvant intervenir à tout moment. Aujourd'hui plus d'une centaine d'exemplaires du système informatique PTM3D sont utilisés dans le monde. Les travaux menés portent sur les points suivants ;

**1.- Segmentation semi-automatique du foie.** A partir d'un scanner ou d'une IRM, l'opérateur désigne un ensemble de 8 points anatomiques connus. Le système informatique génère automatiquement les segments de Couinaud, fournissant leur positionnement et la mesure de leurs volumes avec la précision de l'imagerie radiologique. L'objectif est la planification chirurgicale d'hépatectomies en disposant d'un système rapide, fiable et indépendant de l'opérateur (problème clé en imagerie radiologique). Ce travail est effectué en collaboration directe et étroite avec l'Hôpital Edouard Herriot (Lyon), et le Faulkner Hospital (Boston, USA), services de radiologie et de chirurgie. Une Thèse est en cours de préparation sur ce sujet (X. Ripoché) et deux stages de DEA ont eu lieu.

**2.- Localisation et mesure du volume de lithiases.** A partir d'un scanner hélicoïdal le logiciel PTM3D assure la localisation et la mesure du volume de lithiases rénales, vésicales et biliaires, ce qui aide à la planification chirurgicale et assure la vérification de pertes de matière ainsi que les traitements cliniques éventuels ultérieurs. Le système est indépendant de l'opérateur. Ce travail est effectué en collaboration directe et étroite avec le CHU Tenon (Paris), service de radiologie, d'urologie et de chirurgie et avec le Centre d'Imagerie Médicale de la Fédération Mutualiste Parisienne. Une Thèse est en cours de préparation sur ce sujet (O. Traxer) et deux stages de DEA ont eu lieu.



*Projection d'une image en 3D sur le corps d'un patient au cours d'une opération chirurgicale. L'image 3D provient d'une IRM ou d'un scanner du patient et facilite le travail du chirurgien*

**3.- Réalité Augmentée et fusion 2D/3D dans les néphrolithotomies percutanées (NLPC).** Le challenge des NLPC (extraire des calculs rénaux volumineux sans ouvrir le rein) est de pouvoir localiser de manière très précise le rein et ses composantes, les lésions et le système urinaire. Un système original de projection vidéo sur le corps du patient permet au chirurgien une localisation millimétrique. La fusion en temps réel de la radiologie 2D (au bloc) avec la segmentation 3D à partir d'un scanner (faite en phase pré-opératoire) guide la main du chirurgien dans la ponction. Ce travail est effectué en collaboration directe et étroite avec le CHU Tenon (Paris), service de radiologie, d'urologie et de chirurgie et avec le UCLA Hospital (Los Angeles, USA). Ce travail a eu une récompense « Certificate of merit » de RSNA en décembre 2003, une récompense « Cum Laude » de RSNA en décembre 2004 et le premier prix des « Entretiens de Bichat ».

**4.- Localisation et mesure du volume de lésions cérébrales.** L'imagerie scanner est très mal adaptée à la localisation des lésions crâniennes. L'imagerie IRM s'impose pour l'identification de ces lésions mais seules les images scanner fournissent la précision requise pour les interventions cérébrales (meilleure que 0.5 mm). PTM3D assure la fusion de données multimodales (scanner, IRM, PET scan) afin de disposer simultanément de la précision et des informations cliniques requises. La réalité augmentée est utilisée en ligne pour la localisation précise des tumeurs et la validation de ponctions. Ce travail est effectué en collaboration directe et étroite avec le CH Sainte Anne (Paris), services de radiologie et de neurochirurgie. Une Thèse a été soutenue sur ce sujet (J. Atif, 29/10/2004) et quatre stages de DEA ont eu lieu.

## Thème Son et espace

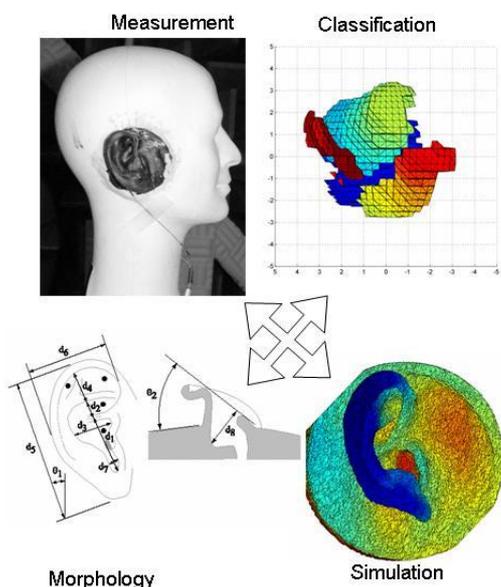
Le thème « Son & Espace », créé en 2004, a pour but de développer des pistes de recherche émergentes au LIMSI dans le domaine de l'acoustique audible. Ces pistes de recherche sont l'audition spatiale, l'acoustique des salles, l'acoustique musicale, l'audio 3D et la réalité virtuelle audio.

Notre capacité à localiser spatialement une source sonore et à percevoir l'espace d'un environnement acoustique est très liée aux fonctions de transfert de la tête (ou Head-related Transfer Function en anglais, HRTF). Un des principaux aspects des HRTF est le retard inter-aural (ou Inter-aural Time Difference en

anglais, ITD). Les applications en réalité virtuelle pour le rendu audio 3D sur casque s'appuient sur les propriétés des HRTF. La classification perceptive des HRTF vise, en utilisant un ensemble de mesures, à comprendre les liens entre HRTF et différences individuelles : pourquoi telle HRTF donne-t-elle un bon rendu avec telle personne et pas avec telle autre ? Nos études analysent les relations entre les domaines du signal et de la morphologie pour un nombre conséquent de sujets.

Un problème important pour l'optimisation du rendu spatial est la capacité du système auditif d'une personne à s'adapter aux HRTF d'une autre personne. Un protocole d'adaptation rapide a été mis au point. Il reste à l'évaluer sur un nombre plus important de sujets. La synthèse des d'HRTF peut être basée simplement sur des données morphologiques. Nous avons utilisé un modèle d'ITD (Inter-aural Time Difference) construit sur des données morphologiques existantes obtenues en collaboration avec l'IRCAM. Cette étude a montré qu'il y a une variation importante suivant la méthode de mesure utilisée. Un résultat important est la variation, en fonction des mesures utilisées, de la forme spatiale de l'ITD subjective entre les différents sujets.

Une méthode d'adaptation individuelle consiste à sélectionner un jeu de filtres (HRTF) au sein d'une base de données de mesures. Cette sélection peut être menée soit par le sujet lui-même (écoute de stimuli tests), soit par sélection automatique basée sur la corrélation entre données anthropomorphiques et caractéristiques temporelles et spectrales des HRTFs.



*Les fonctions de transfert liées à la tête : mesures sur des moulages, paramètres morphologiques, classification, simulation*

Nous dirigeons un projet international (lancé fin 2002) pour étudier les variations de mesures en acoustique des salles. Cette étude concerne les logiciels d'analyse. Une seule donnée, la réponse impulsionnelle brute, est analysée par plusieurs chercheurs qui calculent « la même chose ». A la clôture des envois, plus de 30 organisations de 10 pays différents ont été recensées. Les résultats montrent que les standards de mesures des paramètres pour l'acoustique des salles ne sont pas suffisants pour garantir une implémentation comparable pour un même calcul. Le traitement du bruit de fond dans les mesures reste l'un des défauts majeur.

En collaboration avec un architecte/acousticien américain, nous avons étudié une des salles historiques en acoustique des salles. C'est en effet dans la « Fogg Art Museum Lecture Room » d'Harvard que les premières études scientifiques sur l'acoustique des salles ont été conduites. Détruite en 1972, mais documentée par cet architecte, le projet était de construire un modèle virtuel de la salle, avec une reconstruction acoustique calibrée et précise. Ce travail de longue haleine (en projet depuis des années) qui combine des études bibliographiques, architecturales, photographiques, et acoustiques a été finalisé en 2005.

Toujours lié au thème de l'espace, nous avons conduit des mesures de l'intelligibilité de la parole en contexte multi-locuteur dans une scène virtuelle. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la segmentation d'une scène sonore complexe, c'est-à-dire comportant un grand nombre de sources, basée sur l'application de métriques perceptives. Cette segmentation en un nombre réduit d'entités permet d'optimiser le rendu spatial de la scène sonore, puisque certaines entités pourront se voir attribuer un traitement de spatialisation

commun, alors que d'autres requerront au contraire un traitement spécifique. Cette segmentation peut répondre à des critères variés tels que la minimisation de la perte d'information ou la préservation de la qualité ou du réalisme de la scène. Elle repose donc sur différents critères spatiaux (positions et orientations relatives des sources entre elles et/ou par rapport à l'auditeur), temporels (nombre de sources, évolution des propriétés des signaux, réverbération) ou spectraux (propriétés relatives des signaux). Ces propriétés de masquage nécessitent l'analyse des signaux et des procédures de décision en temps réel. Une des deux applications dans le projet est un « chat parc », ou une discussion à plusieurs, où les gens parlent en temps réel et où ils sont placés dans une scène virtuelle commune. On s'intéresse ici aux possibilités de segmentation de scène sonore garantissant une optimisation locale vis-à-vis de la mesure de l'intelligibilité de la parole, et on se propose d'étendre cette mesure au contexte multi-sources. Plus précisément, la capacité naturelle d'un auditeur humain à séparer plusieurs sources de parole distribuées dans l'espace est étudiée. C'est l'effet de « cocktail party ». Dans le cadre de deux post-docs (G. Vandernoot et A. Raake) nous avons développé un protocole pour la SRT « Speech Reception Threshold » en Français (déjà disponible en Anglais, Allemand, et Hollandais). Le but est de construire une méthode de prédiction et contrôle d'intelligibilité qui combine plusieurs paramètres pour le « chat » multi-locuteurs : position spatiale, spectre et fréquence fondamentale, type de codage, nombre de sources et nature du bruit du fond.

Commencé en 2004, une étude a été menée sur la perception auditive de l'espace ainsi que la cognition spatiale des personnes non-voyantes. Ce projet, une collaboration entre quatre thèmes différents du LIMSI, développe des moyens sans précédent pour l'étude de l'audition spatiale des non-voyants. Nous avons mis en place un système multimodal audio/visuel/déplacement qui intègre plusieurs travaux en cours au LIMSI. L'utilisation de systèmes de réalité virtuelle pour créer des environnements interactifs pour les aveugles a été un véritable challenge et une source d'inspiration pour d'autres travaux. Ce projet participe à l'action transversale VENISE du laboratoire dans laquelle nous comptons continuer à utiliser les systèmes de Réalité Virtuelle pour promouvoir des études fondamentales. Ce travail est en phase finale d'analyse.

De nombreux liens sont tissés entre l'acoustique de la parole et l'acoustique musicale. La question de l'expressivité, qui occupe maintenant une place centrale dans les études sur la parole se pose de façon naturelle pour l'acoustique musicale. La notion d'instrument est également centrale pour la synthèse de parole, comme elle l'est pour l'acoustique musicale. Dans les deux cas on cherche à comprendre comment se manifeste la nuance du sens par le biais des variations du son, et comment le geste sert de médiateur entre la pensée et le son.

Le contrôle manuel du son est sans doute celui qui est le plus adapté au jeu expressif, après le contrôle par l'appareil vocal lui-même. Nous nous sommes intéressés à l'étude du plus sensible des instruments à clavier, le clavicorde. Dans le clavicorde, le doigt est en contact direct avec la corde par l'intermédiaire de la touche et du tangent. De ce fait, c'est sans doute l'instrument à clavier le plus difficile à maîtriser. Nous avons étudié le rôle de cordes sympathiques jouées par la partie non étouffée des cordes, et des analogies avec la réverbération dans les salles. Un aspect particulièrement intéressant du clavicorde est aussi sa possibilité de variation dynamique. Par analogie avec la voix, nous avons ensuite étudié comment une variation d'effort sur le clavier produit une variation spectrale du son. Contrairement à la voix, la pente spectrale ne change pas dans le cas du clavicorde, ou très peu, alors que l'attaque change beaucoup.

Nous avons aussi abordé le problème de la conservation et de la documentation du son des orgues. Des techniques d'analyse du signal proches de celles utilisées en parole permettent une première approche de cette question. Le rôle de la salle et de la spatialisation dans le cas d'un instrument aussi large qu'un orgue est très important, et a donné lieu également à une étude.

## Thème Image, langage, espace

Rattaché au début 2005 au groupe Perception Située, le thème « Image, Langage, Espace » a déjà une longue histoire au LIMSI puisqu'il s'agit du thème Image, Langage et Cognition Spatiale de l'ancien groupe Cognition Humaine. Ce thème a vocation à prendre en charge les activités en réalité virtuelle et cognition du LIMSI. Il traite du rôle de l'image et du langage dans la construction des représentations mentales de configurations spatiales. L'image et le langage constituent deux modes de représentation pourvus de propriétés fortement différenciées, mais dont la coopération est attestée dans de nombreuses formes du fonctionnement cognitif. L'étude de leurs interactions est particulièrement importante pour rendre compte des processus de communication entre agents cognitifs (naturels ou artificiels) appelés à échanger des connaissances sur leur environnement spatial.

## Génération d'images mentales à partir de descriptions verbales

La thèse de G. Borst, soutenue en 2004, a permis de tester l'hypothèse de deux mécanismes distincts d'exploration mentale, à savoir un mécanisme de simulation mentale du déplacement entre les différentes parties de la représentation activée et un mécanisme de focalisation sur la localisation de la cible à atteindre. Cette recherche, conduite avec la participation de S. M. Kosslyn (Harvard), s'est étendue sous la forme d'un chapitre sur les variations expérimentales inspirées par le paradigme d'exploration mentale.

Le paradigme de comparaison mentale de distances a été appliqué à des sujets aveugles. Les performances de sujets aveugles et celles de sujets voyants dont les yeux étaient bandés sont de niveau équivalent, malgré des durées de traitement plus longues pour les sujets aveugles. L'existence d'un « effet de distance symbolique » dans les deux groupes suggère que dans les deux formes de privation sensorielle considérées, la représentation de l'information spatiale adopte le même format analogique.

La recherche conduite à partir du dispositif de Réalité Virtuelle audio 3D décrit dans la section précédente a permis, dans le cadre de la thèse d'A. Afonso, en collaboration avec B. Katz, A. Blum, M. Denis et C. Jacquemin, de révéler les capacités de représentation spatiale des personnes aveugles et des personnes voyantes, en fonction du type d'apprentissage (exploration active ou traitement d'une description). Cette recherche fait l'objet, depuis cette année, d'une nouvelle extension à travers la thèse d'A. Blum, menée dans le cadre du STREP « Wayfinding » (Union Européenne). Cette thèse aborde le rôle des mouvements de la tête, ainsi que celui de la réverbération, dans la navigation en l'absence de vision.

Enfin, dans une collaboration avec C. Thinus-Blanc et P. Péruch (INSERM, Marseille), nous avons cherché à identifier les similitudes et les différences susceptibles d'apparaître dans les images d'un environnement spatial construites à partir d'une expérience visuelle ou bien d'une description verbale. Lorsque les participants sont invités à effectuer des comparaisons de distances, les performances sont meilleures et les temps de réponse sont plus courts lorsque l'image dérive d'une expérience visuelle que lorsqu'elle a été construite à partir d'une description.

## Processus cognitifs mis en œuvre dans la production, la mémorisation et l'utilisation de descriptions spatiales

L'analyse des processus cognitifs mis en œuvre dans la description d'itinéraires et dans l'aide à la navigation occupe une place majeure dans notre programme expérimental. Dans une collaboration avec J.-L. Nespoulous (Laboratoire Jacques-Lordat, Toulouse), nous avons utilisé la description d'itinéraires comme indicateur des dysfonctionnements de la cognition spatiale chez des patients Alzheimer.

Dans une collaboration avec P. Boyer, à l'Hôpital de la Salpêtrière, nous testons, dans une population de patients schizophrènes, différentes manifestations des perturbations de la cognition spatiale. Les résultats font apparaître la faible présence des repères visuels dans les descriptions verbales des patients. En matière de reconnaissance de scènes visuelles, le taux de reconnaissance n'est pas différent chez les patients par comparaison avec les témoins, mais la reconnaissance de l'ordre temporel des scènes est spécialement affectée chez eux. Ces résultats sont mis en relation avec les hypothèses actuelles relatives aux déficits hippocampiques des patients schizophrènes.

Un programme de recherche a été consacré à l'analyse de la représentation mentale des déplacements au sein de configurations mémorisées à partir d'une carte ou d'une description verbale. Les textes utilisés décrivent les déplacements d'un personnage dans un environnement complexe. Les résultats confirment la plus grande accessibilité des objets situés dans les régions de l'environnement traversées par le personnage. Sur ce thème, des collaborations se sont développées avec M. de Vega (La Laguna) et avec M. Rinck (Dresde). Deux expérimentations menées avec M. Rinck ont fait apparaître que si les distances euclidiennes sont bien représentées dans les images mentales, les modèles de situation semblent ne coder que des distances catégorielles.

Enfin, un chapitre de synthèse sur le rôle des repères dans la mémorisation des itinéraires a été rédigé, à partir des thèses de P.-E. Michon et d'A. Tom.

## Structures cérébrales impliquées dans la génération de représentations visuo-spatiales

Dans une collaboration de recherche avec C. Thinus-Blanc et P. Péruch (INSERM, Marseille), nous avons examiné l'activité cérébrale accompagnant l'exploration mentale d'environnements appris à partir d'une

perspective en survol ou en trajet. Les enregistrements en IRM fonctionnelle font apparaître l'activité d'un réseau pariéto-frontal pour les deux conditions d'apprentissage. En revanche, les régions temporales et pariétales font apparaître des différences entre les deux conditions. Ainsi, après un apprentissage en survol, l'exploration mentale est accompagnée d'une activité du gyrus parahippocampique, tandis qu'après un apprentissage en trajet, c'est le lobule pariétal inférieur qui est activé. Ce dernier résultat suggère que l'apprentissage à partir d'une perspective en trajet engendre des représentations qui sont traitées ensuite dans un cadre de référence centré sur le corps propre.

Une recherche menée avec S. Della Sala et R. H. Logie (Aberdeen) a porté sur des patients présentant une hémimémoire représentationnelle. Ces patients manifestent, pendant leur description de mémoire d'une configuration précédemment perçue, un déficit dans leur rappel des objets situés à gauche. L'étude a consisté à tester la mémoire des mêmes sujets pour des configurations qui leur avaient été présentées sous forme uniquement verbale. Les résultats font apparaître un déficit tout à fait similaire dans le rappel des objets décrits comme se trouvant à gauche. Ce résultat suggère fortement la similarité des traitements cérébraux appliqués à des images dérivant d'une perception ou d'une description verbale.

Dans une extension de cette expérience, les participants devaient effectuer le même type de rappel, mais en imaginant qu'ils voyaient les objets depuis la perspective opposée, après une rotation mentale de 180 degrés. Il s'avère que les patients hémimémoires ont un rappel plus faible des objets qu'ils ont vus à gauche, mais aussi des objets qui se retrouvent à gauche après l'inversion de perspective. Ces résultats sont compatibles avec l'hypothèse d'une perturbation des fonctions assurées par la mémoire de travail visuo-spatiale.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Christophe	D'Alessandro	Ch	DR2	CNRS
Michel	Denis	Ch	DR1	CNRS
Brian	Katz	Ch	CR1	CNRS
Jean-Sylvain	Liénard	Ch	DR1	CNRS
Angel	Osorio Sainz	Ch	DR2	CNRS
Marie-Paule	Daniel	Ens-Ch	MC	Paris XI
Boris	Doval	Ens-Ch	MC	Paris II
Emmanuelle	Frenoux	Ens-Ch	MC	Paris XI
Philippe	Tarroux	Ens-Ch	Pr2	ENS Ulm
Tuan	Vu Ngoc	Ens-Ch	MC	Paris XI
Maryvonne	Carfantan	ITA	IE2	CNRS
Luc	Carité	ITA	1B	CNRS
Laurent	Pointal	ITA	IE2	CNRS

## Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Amandine	Afonso	Paris XI	Informatique
Alan	Blum	Paris VI	SMAE
Sylvain	Chevallier	Paris XI	Informatique
Cédric	Coussinet	Paris XI	Informatique
Raphaël	Greff	Paris VI	SMAE
Hervé	Guillaume	Paris XI	Informatique
Chloé	Huetz	Paris XI	Informatique
Sylvain	Le Beux	Paris XI	STITS
Xavier	Ripoche	Paris XI	Informatique
François	Signol	Paris XI	STITS

## Participation à des instances

### Comités éditoriaux

- C. d'Alessandro a été rédacteur en chef de la revue *Traitement Automatique des Langues* (jusqu'en 2005)
- C. d'Alessandro est Associate Editor de *EURASIP Journal on Speech and Audio Processing*
- M. Denis a été de 2001 à 2004 éditeur associé du *Quarterly Journal of Experimental Psychology*
- M. Denis a été en 2004 éditeur invité d'un numéro spécial du *European Journal of Cognitive Psychology* intitulé « Neuroimaging of Mental Imagery » (avec E. Mellet et S. M. Kosslyn)
- M. Denis est éditeur depuis 2005 de *Psychological Research*, et Editeur Invité d'un numéro spécial intitulé « Spatial Cognition : Behavioral, Neurocognitive, and Computational Approaches » (avec J. M. Loomis)
- M. Denis est membre du comité éditorial des revues suivantes : *Journal of Mental Imagery* (depuis 1986), *International Journal of Psychology* (depuis 1993), *L'Année Psychologique* (depuis 1995), *Spatial Cognition and Computation* (depuis 1998), *Cognitive Science Quarterly* (depuis 1999)

### Comités de lecture de revues

- IEEE Transactions on Image Processing
- IEEE Transactions on Signal Processing
- IEEE Transactions On Speech and Audio
- Acta Acustica
- Journal of the Acoustical Society of America
- Speech Communication, Traitement du Signal
- European Journal of Cognitive Psychology
- Perception
- Experimental Psychology
- Spatial Cognition and Computation
- British Journal of Psychology
- Traitement du signal
- Eurasip Journal of Applied Signal Processing

### Responsabilités scientifiques

- Philippe Tarroux est directeur adjoint du LIMSI
- Angel Osorio est Membre du Comité Scientifique I4 de la Société Française de Radiologie
- Jean-Sylvain Liénard est Membre nommé du Conseil Consultatif des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication, ministère de la Recherche, membre l'Institut Bull, membre élu du Comité Scientifique du Réseau d'Ile-de-France de Sciences Cognitives, membre du Comité Scientifique du PRST Intelligence Logicielle de la région Lorraine
- Michel Denis a été de juillet 2000 à août 2004 Président de l'Union Internationale de Psychologie Scientifique (International Union of Psychological Science, IUPsyS). Depuis août 2004, il est « Past President » de l'Union. Depuis septembre 2002, il est membre du Bureau Exécutif du Conseil International pour la Science (International Council for Science, ICSU), poste auquel il vient d'être réélu par l'Assemblée Générale de l'ICSU (octobre 2005). Depuis décembre 2003, il est membre du Bureau du Comité Français des Unions Scientifiques Internationales (COFUSI). Il est membre

- du Comité National de la Recherche Scientifique, président de la CID 45 (Cognition, Langage, Traitement de l'Information : Systèmes Naturels et Artificiels)
- Christophe d'Alessandro est membre de la Commission Supérieure des Monuments Historiques

## Collaborations de recherche

### Au niveau national

- LRI (Orsay) Equipe Inférence et Apprentissage : perception visuelle, apprentissage
- IEF (Orsay) Equipe Axis : véhicule intelligent
- Institut de Sciences Cognitives (Lyon) Equipe Connexionnisme et modélisation cognitive (codirection de la thèse de Sylvain Chevallier)
- Ircam (Paris) : son 3D
- LAM (Paris) : voix chantée acoustique des salles
- Institut de Phonétique, Université Paris III (tons du Vietnamien)
- Institut de la Communication Parlée, Grenoble (évaluation de la synthèse)
- Université de Caen (évaluation de la synthèse)
- France télécom Recherche et Développement (Lannion)
- Collaboration avec le CHU Tenon (Rein)
- Collaboration avec le CH Sainte Anne (Crâne)
- IBAIC NAMC (Orsay) Codirection de la thèse de Chloé Huetz
- PHRC PKR (Projet Hospitalier de Recherches Coordonnées. Evaluation de l'insuffisance rénale dans la polykystose)
- Collaboration avec la FMP (radiologie 3D)
- DGA : identification des langues

### Au niveau international

- Faculté Polytechnique de Mons (Belgique) : analyse du signal, synthèse de parole, capture gestuelle
- University College Dublin, dept. Comp. Sci. : synthèse de la parole, capture gestuelle
- European Language Ressources Agency (évaluation de la synthèse)
- Projet MIME (Movement in the Mind's Eye), soutenu par les Canadian Institutes for Health : cognition spatiale
- Kahle Acoustics (USA) : acoustique des salles
- Charlie Morrow Productions (USA) : acoustique des salles
- Université Mc Gill (Canada) : audition spatiale
- Département de Psychologie de l'Université Stanford. : cognition spatiale (bourse post-doc DGA)
- Département de Psychologie de l'Université Harvard : cognition spatiale (bourse post-doc DGA)

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Nos travaux sont bien insérés dans la communauté scientifique sous l'angle des relations contractuelles. En fonction des thèmes plus ou moins de contrats sont actuellement en cours, mais dans l'ensemble les ressources contractuelles apportent un financement significatif de nos travaux.

- Réseau d'excellence SIMILAR (2003-2007) : interfaces multimodales
- Participation au réseau d'excellence INTUITION : réalité virtuelle
- Contrat Bouygues Télécom : description d'itinéraires en environnement urbain
- Participation au projet « Société de l'information » MIDL sur l'identification des langues
- participation au projet VarCom sur la variation linguistique régionale
- Contrat Evasy, campagne Technolanguage : évaluation de la parole de synthèse
- Participation au Programme Interdisciplinaire du CNRS « Société de l'Information » sur le thème : «Sémantiques de la transmodalité : Application aux systèmes d'information géographique» (resp. : G. Ligozat) (2001-2005)
- Projet FIRST Europe (Belgique) : analyse de la source vocale
- Participation à l'Action Spécifique du Département STIC « Réalité Virtuelle et Cognition » (resp. : P. Bourdot et P. Fuchs), 2002-2004
- Contrat Opera : intelligibilité de la parole pour le son spatialisé
- Contrat A-Volute : restitution spatiale du son sur casque (contrat avec une bourse CIFRE)
- STREP « Wayfinding », dans le cadre du Programme NEST de l'Union Européenne, rôle de l'audition dans l'acquisition de connaissances spatiales et la navigation
- l'ACI Masses de données AGIR, imagerie radiologique, parallélisation
- BQR de Paris XI avec le professeur Marie France Bellin (CHU Paul Brousse) pour la volumétrie du foie pour les transplantations en les hépatectomies
- Plan Pluri-Formations VARVIC : IEF, LRI, L2S, robotique mobile, véhicule intelligent

- Dépôt nouveau projet quadriennal visant à fédérer la robotique orcéenne

## Tableau des contrats

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/12/2003	30/11/2007	Similar	NOE	UE	68 460 €	D'Alessandro Christophe	Contrat avec la commission européenne
01/09/2004	31/08/2008	Intuition	NOE	UE	29 280 €	Bourdodot Patrick	Contrat avec la commission européenne
01/04/2005	31/03/2008	Wayfinding	STREP	UE	169 918 €	Denis Michel	Contrat avec la commission européenne
03/03/1999	31/12/2004			Bouygues	377 740 €	Denis Michel	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2004	MIDL	Société de l'Information	CNRS	118 339 €	Adda-Decker Martine	Collaboration de recherche
01/01/2001	31/12/2005		Société de l'Information	CNRS	32 867 €	Ligozat Gérard	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2005	Varvic	PPF	Université Paris XI	20 842 €	Reynaud Roger	Collaboration de recherche
06/06/2002	05/06/2003			Institut Curie Paris	-	Osorio Sainz Angel	Collaboration de recherche
04/12/2002	01/04/2006	IVALDA	Technolangue	MENRT	66 798 €	Paroubek Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2003		RTP STIC	CNRS	10 000 €	Denis Michel	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2004	AAA	programme interdisciplinaire Robea	CNRS	11 500 €	Schoenauer Marc	Collaboration de recherche
01/01/2003	31/12/2004	Fisica	BQR	Université Paris XI	10 000 €	Antoine Cornuéjols	Collaboration de recherche
18/12/2003	17/12/2005	Opera	RNTL	MENRT	52 006 €	Katz Brian	Collaboration de recherche
01/01/2004	31/12/2005	VARCOM	TCAN	CNRS	8 000 €	Nguyen	Collaboration de recherche
21/07/2004	20/07/2007	AGIR	ACI Masse de données	CNRS	22 408 €	Germain-Renaud Cécile	Collaboration de recherche
01/12/2004	31/03/2008	CRTF		A-Volute	36 000 €	Katz Brian	Collaboration de recherche
01/01/2005	31/12/2005		BQR	Université Paris XI	7 500 €	Marie France Bellin	Collaboration de recherche
15/12/2005	15/12/2008	CoRSAIRe	ARA MDMSA	ANR	130 000 €	Bourdodot Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2006	31/12/2007	INCa	Projet libre INC	Institut National du Cancer	68 000 €	Angelini Elsa	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2004		AS STIC	CNRS	14 484 €	Bourdodot Patrick	Autre
30/04/2002	29/04/2007	ILPho		ELDA		D'Alessandro Christophe	Autre
16/06/2003	16/12/2003	FIRST Europe	UE	Ministère économie Belgique	2 500 €	D'Alessandro Christophe	Autre

## Production scientifique

Nos travaux sont régulièrement publiés dans des ouvrages et dans les meilleures revues des domaines concernés. Pour la période qui nous occupe nos travaux, sont parus dans les revues suivantes : Journal of the Acoustical Society of America, Acustica united with Acta Acustica, IEEE Signal Processing Letters, IEEE Transactions on Image Processing, Cognitive Neuropsychology, Neuropsychologia, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition, Proceedings of the Royal Society, Method of Information in Medicine, Eurasip Journal of Applied Signal Processing.

## Distinctions

- Récompense « Cum Laude » à RSNA 2004. Première fois pour la France en infoRAD depuis 1915
- Premier prix du film scientifique aux entretiens de Bichat. Film le corps en transparence. Réalisation Jean-Pierre Mirouze, France

## Thèses

1. Atif, J., *Recalage non-rigide multimodal des images radiologiques par information mutuelle quadratique normalisée*. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).
2. Borst, G., *Processus cognitifs mis en oeuvre dans deux paradigmes d'exploration mentale*. Thèse Doct Sciences Cognitives, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).
3. Denquive, N., *Modèles d'objets et codages invariants en vision artificielle. Classification d'images et reconnaissance de contexte*. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).
4. Ehrette, T., *Les voix des services vocaux, de la perception à la modélisation*. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI (2004).
5. Prudon, R., *Synthèse de la parole multilocuteur par sélection d'unités acoustiques*. Thèse Doct Physique Electronique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).

## Publications dans des revues à comité de lecture

1. Afonso, A., F. Gaunet, and M. Denis, *The mental comparison of distances in a verbally described spatial layout : effects of visual deprivation*. *Imagination cognition and personality*, 2004. **23**: 2-3, 173-182.
2. Boula de Mareuil, P., *Réaction sur « la vérification d'hypothèses linguistiques au moyen de la synthèse de parole »*. *Cahiers de l'Institut de Linguistique de Louvain*, 2004. **30**: 1-3, 2.
3. Bozkurt, B., B. Doual, C. d'Alessandro, and T. Dutoit, *Zeros of Z-transform representation with application to source-filter separation in speech*. *IEEE Signal Processing Letters*, 2005. **12**: 4, 344-347.
4. d'Alessandro, C., *Compte-rendu de : Mario Rossi «L'intonation. le système du français : description et modélisation»*. *Le français moderne*, 2004: 2, 223-225.
5. d'Alessandro, C., P. Boula de Mareuil, and R. Prudon, *Synthèse par sélection : prosodie, dialogue et qualité vocale*. *Cahiers de l'Institut de Linguistique de Louvain*, 2004. **30**: 1-3, 153-180.
6. Fagyal, Z., N. Nguyen, and P. Boula de Mareuil, *From dilation to coarticulation : is there vowel harmony in French ?* *Studies in the Linguistic Sciences*, 2004. **32**: 1, 1-21.
7. Germain, C., R. Texier, and A. Osorio, *Interactive volume reconstruction and measurement on the Grid*. *Methods of Information in Medecine*, 2005. **44**: 2, 227-232.
8. Guastavino, C. and B.F.G. Katz, *Perceptual evaluation of multi-dimensional spatial audio reproduction*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2004. **116**: 2, 1105-1115.
9. Guastavino, C., B.F.G. Katz, J.D. Polack, D.J. Levitin, and D. Dubois, *Ecological validity of soundscape reproduction*. *Acta Acustica United with Acustica*, 2005. **91**: 2, 333-341.
10. Henrich, N., G. Sundin, D. Ambrose, C. d'Alessandro, M. Castellengo, and B. Doval, *Just noticeable differences of open quotient and asymmetry coefficient in singing voice*. *Journal of Voice*, 2003. **17**: 4, 481-494.
11. Henrich, N., C. d'Alessandro, B. Doval, and M. Castellengo, *On the use of the derivative of electroglottographic signals for characterization of nonpathological phonation*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2004. **115**: 3, 1321-1332.
12. Henrich, N., C. d'Alessandro, B. Doval, and M. Castellengo, *Glottal open quotient in singing : measurements and correlation with laryngeal mechanisms, vocal intensity, and fundamental frequency*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2005. **117**: 3, 1417-1430.
13. Katz, B.F.G., *International round robin on room acoustical impulse response analysis software 2004*. *Acoustics Research Letters Online*, 2004. **5**: 4, 158-164.
14. Logie, R.H., S.S. Della, N. Beschin, and M. Denis, *Dissociating mental transformations and visuo-spatial storage in working memory : evidence from representational neglect*. *Memory*, 2005. **13**: 3-4, 430-434.
15. Machrouh, J. and P. Tarroux, *Attentional mechanisms for interactive image exploration*. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, 2005. **2005**: 14, 2391-2396.
16. Raake, A., *Predicting speech quality under random packet loss : individual impairment and additivity with other network impairments*. *Acta Acustica united with Acustica*, 2004. **90**: 1, 061-1083.
17. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro, *On the acoustic sensitivity of a symmetrical two-mass model of the vocal folds to the variation of control parameters*. *Acta Acustica*, 2004. **90**: 4, 746-761.
18. Souden, C. and A. Mohammad-Djafari, *Polygonal and polyhedral contour reconstruction in computed tomography*. *IEEE Transactions on Image Processing*, 2004. **13**: 11, 1507-1523.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. d'Alessandro, C., B. Doval, and K. Scherer (Eds.). *Voice quality : functions, analysis and synthesis. Proceedings of the ISCA tutorial and research workshop VOQUAL'03*. 2003. International Speech Communication Association, Paris, France.
2. Bozkurt, B., T. Dutoit, R. Prudon, C. d'Alessandro, and V. Pagel, *Reducing discontinuities at synthesis time for corpus-based speech synthesis*, in *Text to speech synthesis : new paradigms and advances*, S. Narayanan and A. Alwan, Editors. 2004. Prentice Hall PTR, New Jersey. 1-17.
3. d'Alessandro, C., *Article «Suret»*, in *Dictionnaire de la musique en France au XIXe siècle*, J.M. Fauquet, Editor. 2003. Fayard, Paris.
4. d'Alessandro, C., *L'évaluation des systèmes de synthèse de la parole*, in *L'évaluation des systèmes de traitement de l'information*, S. Chaudiron, Editor. 2004. Hermès, Lavoisier. 215-239.
5. Doval, B., *Méthodes d'analyse du signal musical*, in *Informatique musicale : du signal au signe musical*, F. Pachet and J.P. Briot, Editors. 2004. Lavoisier, Paris. 21-65.
6. Prudon, R., C. d'Alessandro, and P. Boula de Mareuil, *Unit selection synthesis of prosody : evaluation using diphone transplantation*, in *Text to speech synthesis : new paradigms and advances*, S. Narayanan and A. Alwan, Editors. 2004. Prentice Hall PTR, New Jersey. 203-217.

## Conférences à comité de lecture<sup>24</sup>

1. Adda-Decker, M., F. Antoine, P. Boula de Mareuil, I. Vasilescu, L.F. Lamel, J. Vaissière, E. Geoffrois, and J.S. Liénard. *Phonetic knowledge, phonotactics and perceptual validation for automatic language identification*. in *15th ICPHS. The 15th International Congress of Phonetic Sciences*. 2003. Barcelona, Spain. pp 747-750.
2. Adda-Decker, M., B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *A disfluency study for cleaning spontaneous speech automatic transcripts and improving speech language models*. in *DISS'03. Disfluency in Spontaneous Speech. ISCA Research Workshop*. 2003. Göteborg, Sweden. pp 67-70.
3. Afonso, A., F. Gaunet, and P. Tarroux. *L'espace touché ou décrit chez les non-voyants : la question de l'amodalité des représentations spatiales*. in *5ème Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives*. 2003. Paris, France. Communication orale.
4. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, and M. Denis. *Spatial knowledge without vision in an auditory VR environment*. in *ESCOPE 2005. XIVth Conference of the European Society for Cognitive Psychology*. 2005. Leiden, The Netherlands. pp 27.
5. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, C. Jacquemin, and M. Denis. *A study of spatial cognition in an immersive virtual audio environment : comparing blind and blindfolded individuals*. in *ICAD'05. The International Conference on Auditory Display*. 2005. Limerick, Ireland. pp 8.
6. Antoine, F., D. Zhu, P. Boula de Mareuil, and M. Adda-Decker. *Approches segmentales multilingues pour l'identification automatique de la langue : phones et syllabes*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
7. Antoun, H., J. Atif, X. Ripoche, F. Coutin, A. Osorio, and F. Busy. *Evaluation volumétrique tridimensionnelle des nodules pulmonaires à partir d'images scanner*. in *JFR-SFR 2004. Journées Internationales de la Société Française de Radiologie*. 2004. Paris, France.
8. Atif, J., X. Ripoche, and A. Osorio. *Non-rigid medical image registration by maximisation of quadratic mutual information*. in *IEEE 29th Annual Northeast Bioengineering Conference*. 2003. Newark, NJ.
9. Atif, J., X. Ripoche, A. Osorio, R. Clodic, M. Harislur, B. Devaux, and F.X. Roux. *Un système informatique de mise en correspondance instantané entre l'imagerie cérébrale TDM-IRM et l'Atlas de Talairach*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie*. 2003. Paris, France. Société Française de Radiologie. pp 1364.
10. Atif, J., X. Ripoche, and A. Osorio. *Combined quadratic mutual information to a new adaptive kernel density estimator for non rigid image registration*. in *Medical Imaging 2004 Conference. SPIE*. 2004. San Diego, California. pp 9.
11. Atif, J., X. Ripoche, A. Osorio, B. Devaux, and F.X. Roux. *Integration of short distance radiological images, angiography and multimodal image fusion in a stereotactic software environment for biopsy interventions*. in *CARS 2004. Computer Assisted Radiology and Surgery 2004*. 2004. Chicago, USA. Published in *International Congress Series, Computer Assisted Radiology and Surgery*. Elsevier. pp 6.
12. Atif, J., X. Ripoche, A. Osorio, R. Clodic, M. Harislur, B. Devaux, and F.X. Roux. *A new multimodal image registration and fusion method : application to neurosurgery*. in *ECR 2004. European Congress of Radiology 2004*. 2004. Vienna, Austria. pp 2.
13. \* Bell, N., A. Paivio, and M. Denis. *The relationship of imagery and verbal processing in cognition*. in *Thirteenth Annual Lindamood-Bell International Conference*. 2005. Washington, DC.
14. Blum, A., B.F.G. Katz, and O. Warusfel. *Eliciting adaptation to non-individual HRTF spectral cues with multi-modal training*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique et 30ème congrès de la Société Allemande d'Acoustique*. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
15. Blum, A., A. Afonso, B.F.G. Katz, and C. Jacquemin. *Expérimentation sur la perception de l'espace en réalité virtuelle immersive audio*. in *IHM 2004. 16ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine.AFIHM*. 2004. Namur, Belgique. pp 2.

<sup>24</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

16. Boula de Mareuil, P., M. Adda-Decker, and V. Gendner. *Liaisons in French : a corpus-based study using morpho-syntactic information*. in *15th ICPHS. The 15th International Congress of Phonetic Sciences*. 2003. Barcelona, Spain. pp 1329-1332.
17. Boula de Mareuil, P. and B. Brahimi. *Rôle du segmental et du suprasegmental dans la perception de l'accent maghrébin en français*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
18. Boula de Mareuil, P., G. Marotta, and M. Adda-Decker. *Contribution of prosody to the perception of Spanish/Italian accents*. in *SP 2004. International Conference Speech Prosody 2004*. 2004. Nara, Japan. pp 4.
19. Boula de Mareuil, P., B. Brahimi, and C. Gendrot. *Role of segmental and suprasegmental cues in the perception of Maghrebien-accented French*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing. The Acoustical Society of Korea*. 2004. Jeju, Korea. pp 4.
20. Boula de Mareuil, P. *Synthèse de la parole à partir de courriels et évaluation de la conversion graphème-phonème*. in *Journée d'Etude de l'ATALA. Le traitement automatique des nouvelles formes de communication écrite (NFCE)*. 2004. Paris, France. pp 4.
21. Boula de Mareuil, P., B. Habert, F. Bénard, M. Adda-Decker, C. Barras, G. Adda, and P. Paroubek. *A quantitative study of disfluencies in French broadcast interviews*. in *DISS'05. Disfluency in Spontaneous Speech Workshop*. 2005. Aix en Provence, France. pp 6.
22. Bozkurt, B., B. Doval, C. d'Alessandro, and T. Dutoit. *Appropriate windowing for group delay analysis and roots of z-transform of speech signals*. in *EUSIPCO 2004. 12th European Signal Processing Conference. EURASIP*. 2004. Vienna, Austria. pp 4.
23. Bozkurt, B., B. Doval, C. d'Alessandro, and T. Dutoit. *Zeros of Z-Transform (ZZT) decomposition of speech for source-tract separation*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 5.
24. Bozkurt, B., B. Doval, C. d'Alessandro, and T. Dutoit. *A method for glottal formant frequency estimation*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
25. Bozkurt, B., B. Doval, C. d'Alessandro, and T. Dutoit. *Improved differential phase spectrum processing for formant tracking*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
26. d'Alessandro, C. and B. Doval. *Voice quality modification for emotional speech synthesis*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
27. d'Alessandro, C. and B.F.G. Katz. *Tonal quality of the clavichord : the effect of sympathetic strings*. in *ISMA 2004. International Symposium on Musical Acoustics*. 2004. Naran, Japan. pp 21-24.
28. Denis, M. *Psychology meets technology*. in *Presidential Symposium «Psychology Meets Technology», XXVIIIème Congrès International de Psychologie*. 2004. Pékin, Chine.
29. Doval, B., C. d'Alessandro, and N. Henrich. *The voice source as a causal/anticausal linear filter*. in *VOQUAL'03. Voice Quality : functions, analysis and synthesis*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 6.
30. Ehrette, T., N. Chateau, C. d'Alessandro, and V. Maffiolo. *Predicting the perceptive judgment of voices in a telecom context : selection of acoustic parameters*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
31. Fontaine, S., G. Edwards, B. Tversky, and M. Denis. *Expert and non-expert knowledge of loosely structured environments*. in *COSIT'05. Conference on Spatial Information Theory*. 2005. Ellicottville, NY. pp 363-378.
32. Germain, C., V. Breton, P. Clarysse, Y. Gaudeau, T. Glatard, E. Jeannot, Y. Legre, C. Loomis, J. Montagnat, J.M. Moureaux, A. Osorio, X. Pennec, and R. Texier. *Grid-enabling medical image analysis*. in *CCGrid 2005. Cluster Computing and Grid 2005*. 2005. Cardiff, UK. pp 8.
33. Guillaume, H., N. Denquive, and P. Tarroux. *Contextual priming for artificial visual perception*. in *ESANN'2005. 13th European Symposium on Artificial Neural Networks*. 2005. Bruges, Belgium. pp 545-550.
34. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, and B.F.G. Katz. *Une interface utilisateur 3D multimédia audio et graphisme : langage, navigateur et expérimentations*. in *IHM'04. 16ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine. AFHIM*. 2004. Namur, Belgique.
35. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, S. de Laubier, M. Denis, H. Folch, H. Genevois, B.F.G. Katz, S. Nugier, and N. Schnell. *Design d'environnements multimodaux interactifs communicants*. in *H2PTM'05. Hypermédiatextes, Produits, Tools and Methods*. 2005. Paris, France. pp 45-57.
36. Jouteau, S., A. Cornuéjols, M. Sebag, P. Tarroux, and J.S. Liénard. *Nouveaux résultats en classification à l'aide d'un codage par motifs fréquents*. in *EGC'2003. Journées Francophones d'Extraction et de Gestion des Connaissances*. 2003. Lyon, France. pp 12.
37. Kahle, E. and B.F.G. Katz. *Design of a new stage shell for the stadthaus in Winterthur, Switzerland*. in *75th Anniversary (147th) Meeting of the Acoustical Society of America*. 2004. New York. pp Abstract.
38. Katz, B.F.G. and C. d'Alessandro. *Apparent source width and the church organ*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique et 30ème congrès de la Société Allemande d'Acoustique*. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
39. Katz, B.F.G. and E.A. Wetherill. *Fogg art museum lecture room, a calibrated recreation of the birthplace of room acoustics*. in *Forum Acusticum 2005*. 2005. Budapest, Hungary. pp 2191-2196.

40. Liénard, J.S. and M. Adda-Decker. *Indices prosodiques caractérisant un style d'élocution et ses variations individuelles*. in *MIDL 2004. Colloque Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines*. 2004. Paris, France. pp 6.
41. Machrouh, J. and P. Tarroux. *Exploration située des scènes naturelles*. in *ICISP'2003. International Conference on Image and Signal Processing*. 2003. Agadir, Maroc.
42. Machrouh, J. and P. Tarroux. *Perceptual agents : a situated framework for image analysis*. in *WAPCV 03. International Workshop on Attention and Performance in Computer Vision*. 2003. Graz, Autriche. pp 6.
43. Michaud, A. and T. Vu Ngoc. *Glottalized and nonglottalized tones under emphasis : open quotient curves remain stable, F0 Curve is modified*. in *SP 2004. International Conference : Speech Prosody 2004*. 2004. Nara, Japan. pp 4.
44. Mihalcea, A., A. Chousta, J. Atif, X. Ripoché, A. Osorio, and P.J. Valette. *Validation d'une méthode de segmentation hépatique semi-automatique assistée par ordinateur*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1480.
45. Mihalcea, A., O. Boillot, I. Popescu, S. Georgescu, A. Osorio, and P.J. Valette. *Evaluation des donneurs vivants pour la transplantation hépatique : de l'imagerie à la chirurgie virtuelle*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1278.
46. Mihalcea, A., X. Ripoché, J. Atif, P.J. Valette, A. Osorio, and C. Boursier. *A new PC-based software for semi-automatic liver segmentation : clinical study for preoperative tumor localization*. in *InfoRAD 2003 - RSNA 2003. Radiological Society of North America*. 2003. Chicago.
47. Osorio, A., S. Chagon-Lhespitaou, A. Tarault, and J.P. Pelage. *Un système informatique de mesure automatique du volume des lésions hépatiques*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1480.
48. Osorio, A., B. Devaux, J. Atif, R. Clodic, X. Ripoché, M. Harislur, and F.X. Roux. *Un logiciel de stéréotaxie intégrant des données multimodales 3D et des images radiographiques à courte distance*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1482.
49. Osorio, A., S. Merran, C. Germain, J. Atif, X. Ripoché, A. Tarault, and R. Texier. *Segmentation 3D d'images radiologiques : application à la reconstruction et mesure de volumes d'organes et des lésions*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1481.
50. Osorio, A., S. Merran, A. Tarault, J. Atif, X. Ripoché, and R. Texier. *Pré-traitement et classification automatique d'images radiologiques*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1483.
51. Osorio, A., V. Servois, J. Atif, X. Ripoché, J.C. Rosenwald, P. Giraud, L. Ollivier-Leclere, and S. Neuenschwander. *Un nouveau système informatique d'étalonnage semi-automatique d'une unité de radiothérapie à partir de la segmentation 3D d'images TDM et IRM*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie*. 2003. Paris, France. Société Française de Radiologie. pp 1481.
52. Osorio, A., O. Traxer, S. Merran, J. Atif, X. Ripoché, M. Tligui, and P. Thibault. *Utilisation de la réalité augmentée dans la planification chirurgicale de néphrolithotomies percutanées*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie*. 2003. Paris, France. Société Française de Radiologie. pp 1481.
53. Osorio, A., O. Traxer, S. Merran, J. Atif, X. Ripoché, and M. Tligui. *An augmented reality system for percutaneous nephrolithotomy*. in *InfoRAD 2003 - RSNA 2003*. 2003. Chicago. Radiological Society of North America.
54. Osorio, A., B. Devaux, R. Clodic, F. Dargent, J. Atif, and X. Ripoché. *A new augmented reality system for brain surgery improvements merging fluoroscopic 2D images, MR and CT 3D segmentations and talairach atlas*. in *INFORAD 2004 - RSNA 2004*. 2004. Chicago. Radiological Society of North America.
55. Osorio, A., O. Traxer, S. Merran, F. Dargent, X. Ripoché, and J. Atif. *Real time fusion of 2D fluoroscopic and 3D segmented CT images integrated into an augmented reality system for percutaneous nephrolithotomies (PCNL)*. in *INFORAD 2004 - RSNA 2004*. 2004. Chicago. Radiological Society of North America.
56. Osorio, A., O. Traxer, S. Merran, F. Dargent, J. Atif, X. Ripoché, M. Tligui, and B. Cattedno. *Percutaneous nephrolithotomy improvement using a new augmented reality system integrated into operating room*. in *CARS 2004. Computer Assisted Radiology and Surgery*. 2004. Chicago, USA. Published in *Elsevier International Congress Series, Computer Assisted Radiology and Surgery*. pp 6.
57. Osorio, A., P.J. Valette, A. Mihalcea, J. Atif, and X. Ripoché. *Computer aided preoperative segmental localization of liver tumors : clinical evaluation with inter-observer study from 230 lesions*. in *ECR 2004. European Congress of Radiology 2004*. 2004. Vienna, Austria. pp 2.
58. Osorio, A., B. Devaux, J. Atif, R. Clodic, X. Ripoché, M. Harislur, and F.X. Roux. *Un système informatique de stéréotaxie intégrant en temps réel des données multimodales 3D et des images radiographiques à courte distance*. in *JFR-SFR 2004. Journées Internationales de la Société Française de Radiologie 2004*. 2004. Paris, France.
59. Osorio, A., O. Traxer, S. Merran, J. Atif, X. Ripoché, and M. Tligui. *Un système de réalité augmentée utilisé en ligne dans les néphrolithotomies percutanées (NLPC)*. in *JFR-SFR 2004. Journées Internationales de la Société Française de Radiologie*. 2004. Paris, France.
60. Osorio, A., O. Traxer, and S. Merran. *Real time registration of 2D and 3D images in percutaneous nephrolithotomies using an augmented reality system*. in *IMVIE 2 Symposium. Imaging for medical and life sciences*. 2005. Ilkirch, France.
61. Polack, J.D., M. Castellengo, V. Maffiolo, C. Guastavino, and B.F.G. Katz. *Soundfield reproduction : the limits of the physical approach*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique et 30ème*

- congrès de la Société Allemande d'Acoustique. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
62. Ripoche, X., J. Atif, and A. Osorio. *A 3D discrete deformable model guided by mutual information for medical image segmentation*. in *Medical Imaging 2004 Conference. SPIE*. 2004. San Diego, California. pp 10.
63. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Reproducing laryngeal mechanisms with a two-mass model*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
64. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Stylization of glottal-flow spectra produced by a mechanical vocal-focal model*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
65. Servois, V., L. Chauveinc, C. El Khoury, L. Ollivier-Leclere, J.C. Rosenwald, J. Atif, A. Osorio, and S. Neuenschwander. *Place de l'IRM dans le cancer de la prostate traité par curiethérapie*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1393.
66. Servois, V., A. Osorio, J. Atif, L. Ollivier-Leclere, C. El Khoury, L. Chauveinc, J.C. Rosenwald, and S. Neuenschwander. *Un nouveau système informatique sur PC de segmentation 3D et mesure du volume de la prostate : application à l'évaluation de la curiethérapie à partir de la fusion d'examen TDM et IRM*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1480.
67. Soussen, C. and J. Idier. *3D reconstruction of localized objects from radiographs and based on multiresolution and sparsity*. in *ICIP 05. International Conference on Image Processing. IEEE*. 2005. Genova, Italy. pp 4.
68. Tarault, A., J. Atif, X. Ripoche, and A. Osorio. *Classification of radiological exams and organs by belief theory*. in *AICCSA 05. The 3rd ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications*. 2005. Cairo, Egypt. pp 20.
69. Traxer, O., S. Merran, A. Osorio, J. Atif, X. Ripoche, and P. Thibault. *Intérêts de la segmentation 3D d'images radiologiques des calculs complexes du rein pour la planification de la stratégie thérapeutique*. in *JFR 2003. Journées Françaises de Radiologie. Société Française de Radiologie*. 2003. Paris, France. pp 1481.
70. Traxer, O., S. Merran, A. Osorio, J. Atif, X. Ripoche, and C. Boursier. *3D reconstruction and instant volume measurement of complex renal calculi : a treatment preparation tool for percutaneous nephrolithotomy*. in *InfoRAD 2003 - RSNA 2003. Radiological Society of North America*. 2003. Chicago.
71. Traxer, O., S. Merran, A. Osorio, J. Atif, and X. Ripoche. *Segmentation 3D et mesure instantanée du volume des lithiases coralliformes : application à la néphrolithotomie percutanée*. in *JFR-SFR 2004. Journées Internationales de la Société Française de Radiologie*. 2004. Paris, France.
72. Traxer, O., A. Osorio, F. Pasqui, P. Sebe, S. Merran, X. Ripoche, B. Categno, and P. Thibault. *A new pc based software using a augmented reality system to simulate percutaneous nephrolithotomies*. in *EAU 2005. 20th European Association of Urology Congress*. 2005. Istanbul, Turkey.
73. Vaissière, J. and P. Boula de Mareuil. *Identifying a language or an accent : from segments to prosody*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 6.
74. Vieru-Dimulescu, B. and P. Boula de Mareuil. *Contribution de la prosodie à la perception de l'accent étranger : une étude à base de parole naturelle italienne/espagnole modifiée*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 6.

## Congrès sans actes, workshops

1. Afonso, A., F. Gaunet, and M. Denis. *The mental comparison of distances in a verbally described spatial layout : effects of visual deprivation*. in *9th EWIC. Ninth European Workshop on Imagery and Cognition*. 2003. Pavia, Italy. Poster.
2. Afonso, A., F. Gaunet, and P. Tarroux. *Effect of the learning modality and visual deprivation in a task of mental comparison of distances*. in *9th EWIC. Ninth European Workshop on Imagery and Cognition*. 2003. Pavia, Italy. Poster.
3. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, and M. Denis. *Mental imagery and the acquisition of spatial knowledge without vision : a study of blind and sighted people in an immersive audio virtual environment*. in *Tenth European Workshop on Imagery and Cognition*. 2005. St Andrews, UK.
4. d'Alessandro, C. *Analyse acoustique de la parole émotionnelle*. in *Journée Parole Expressive*. 2003. Grenoble, France.
5. d'Alessandro, C. *Aspects de la perception du vibrato*. in *Journée d'étude sur le vibrato*. 2003. Le Mans, France.
6. d'Alessandro, C. *Histoire de la manufacture Suret*. in *Journées d'études 2003 de l'Association Arisitide Cavaille-Coll*. 2003. Paris, France.
7. Denis, M. *Représentation et description de l'espace : l'impact de déficits neurologiques et sensoriels*. in *Journée de l'IFR96 et de l'IRIT «Handicap : déficits et stratégies palliatives»*. 2005. Toulouse, France.
8. Sciamarella, D. and C. d'Alessandro. *Acoustic sensitivity of a symmetrical two-mass model of the vocal folds to physiologic control parameters*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique (CFA) et 30ème congrès de la Société Allemande d'Acoustique (DAGA)*. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
9. Jacquemin, C., S. Adam, A. Blum, and B.F.G. Katz. *Animation 3D temps réel interactive avec Virtual Choreographer*. *Résonances 2004. Rencontres internationales des technologies pour la musique 2004. IRCAM*. Paris, France.
10. Afonso, A., F. Gaunet, and P. Tarroux. *Effect of the learning modality and visual deprivation in a task of mental comparison of distances*. JDD5. 5ème Journée des Doctorants 2003. Orsay, France.
11. Katz, B.F.G. *Salles réelles, salles virtuelles*. in *Science & Musique : acoustique musicale, interaction entre sciences cognitives, physique et musique*. *Ecole d'été CNRS*. 2004. Institut d'Études Scientifiques de Cargèse.

12. Osorio, A. *Mutation et métamorphose dans l'imagerie radiologique*. Image et Science 2004. 21ème rencontres internationales de l'audiovisuel scientifique 2004. Paris, France.

13. Polack, J.D. and B.F.G. Katz. *L'ouïe : ondes sonores, musique, et architecture*. Rencontres « Quinte & Science ». Université Paris 6 2004. Paris, France.

JEAN-LUC GAUVAIN

## Introduction

Modéliser la parole et concevoir des algorithmes pour son traitement automatique, sont les principaux objectifs du Groupe Traitement du Langage Parlé. Cette problématique concerne aussi bien les modélisations acoustique, lexicale et syntaxique, que le lien entre parole et sens, ainsi que la modélisation des processus de communication orale. Les activités du groupe sont par essence pluridisciplinaires, elles nécessitent des compétences en traitement du signal, en acoustique, en phonétique, en linguistique et en informatique. Le besoin de confronter nos modèles aux données nous amène à développer des systèmes de traitement du langage parlé assurant des fonctions variées telles que la reconnaissance de la parole, l'identification de la langue, du locuteur et de son état émotionnel, le dialogue oral homme-machine, la structuration de documents audio et audiovisuels, et plus récemment la traduction de la parole.

La reconnaissance de la parole consiste à transcrire le signal audio en texte. Suivant l'usage visé, cette transcription peut être plus ou moins complète, avec le marquage des ponctuations, des hésitations et de certains événements non linguistiques. La langue dans laquelle s'exprime le locuteur peut être identifiée en amont du système de reconnaissance lorsque celle-ci n'est pas connue a priori. L'identification du locuteur consiste à déterminer qui parle et quand, cette identification pouvant être absolue ou relative au document traité. La modélisation du dialogue oral dans les interfaces homme-machine va bien au-delà de la transcription de la parole en texte ; il faut mettre en oeuvre des processus de compréhension et des stratégies de dialogue et de génération. L'indexation automatique de documents audio pour l'accès à l'information par le contenu, nous amène à combiner les techniques de traitement de la parole et les techniques de traitement du langage naturel.

Nos travaux sur le décodage de la parole (au sens le plus large du terme) portent sur la segmentation et la reconnaissance de la parole, ainsi que l'identification du locuteur et de la langue, pour la transcription et la structuration automatiques de documents audio. La démarche à la base de ces travaux est le développement d'algorithmes et de modèles fondés sur la prise en compte conjointe des diverses sources d'information visant à un processus global de décodage du signal audio. Les recherches sur les modélisations acoustique, lexicale, et linguistique, sont réalisées dans un contexte multilingue (allemand, anglais, arabe, espagnol, français, mandarin, etc.) et s'appuient sur de grands corpus oraux, qu'il s'agisse de textes lus, de parole publique diffusée à la radio ou à la télévision, ou de conversations privées. Ces corpus servent bien sûr au développement de modèles statistiques, mais ils sont aussi exploités, conjointement avec nos outils de traitement automatique, pour effectuer de nombreux travaux en linguistique de corpus oraux. Grâce aux outils d'alignement et de transcription, les études acoustico-phonétiques peuvent être effectuées sur des milliers d'heures de parole et permettre ainsi de mieux valider les hypothèses et modèles.

L'indexation par le contenu de documents audiovisuels reste un important axe de recherche du groupe. Nous développons en particulier des techniques d'indexation adaptées aux particularités des documents audio (par opposition aux documents textuels). Le volume de données à traiter nous a amené à développer de nouvelles solutions pour le décodage qui permettent de réduire significativement les temps de traitement. Dans ce cadre nous travaillons également sur des méthodes d'apprentissage qui nous permettent d'exploiter de très grandes quantités de données tout en limitant les besoins en annotations manuelles. Sur cette problématique nous abordons l'ensemble des problèmes liés au traitement de la parole et de l'audio, qu'il s'agisse de la segmentation du signal, de la transcription de la parole, de l'identification de la langue et des locuteurs, et de l'analyse thématique.

Le dialogue oral homme-machine est un sujet de recherche à multiples facettes qui nous amène à traiter l'oral spontané, à modéliser des processus de compréhension et de génération du langage, et à développer des stratégies de dialogue. Ces travaux se concrétisent par la réalisation de systèmes de dialogue pour l'interrogation de bases de données en domaines spécifiques et ouverts. On notera en particulier le développement de la plateforme RITEL (Recherche d'Information par Téléphone) en collaboration avec le groupe LIR pour l'expérimentation de systèmes de question-réponse.

Deux axes de recherche relativement récents dans le groupe concernant, d'une part la caractérisation, la modélisation, et l'identification des émotions dans la parole, et d'autre part la traduction de la parole par des méthodes statistiques.

En complément à ces recherches, trois activités accompagnent et soutiennent nos travaux le développement de bases de données et des outils et conventions d'annotation associés, l'évaluation des modèles et systèmes, et la valorisation des résultats dans le cadre de contrats avec l'industrie et dans des projets européens.

Au premier octobre 2005, le groupe comprenait 27 membres, dont 9 permanents CNRS, 5 enseignants-chercheurs, 3 contractuels, et 9 étudiants préparant un doctorat. A côté de ses activités de recherche, le groupe assure divers cours sur le traitement de la parole, en particulier dans les DEA et DESS de l'université Paris XI et à l'ENSTA. Entre 2003 et 2005, les membres du groupe ont publié 98 articles dont 8 dans des revues internationales, plus 6 chapitres d'ouvrage.

Les contrats de recherche couvrent l'ensemble des activités du groupe, en particulier grâce aux projets européens (CHIL, TC-STAR et HUMAINE), aux projets DARPA EARS/GALE, aux programmes nationaux (RNLT AUDIOSURF, Technolangue MEDIA), et aux projets interdisciplinaires STIC-SHS du CNRS (MIDL et TCAN VARCOM).

Nous avons une tradition d'évaluation continue de nos travaux avec en particulier la participation depuis 1992 à 20 campagnes d'évaluation organisées par le NIST aux USA pour les technologies du traitement de la parole, ainsi qu'aux principales évaluations organisées en France et en Europe. Dans la période 2003-2005, nous avons pris part à 5 évaluations sur la reconnaissance de la parole (NIST RT03 et RT04, TCStar'05, Chil'05, Technolangue Ester'05), 4 évaluations sur la reconnaissance du locuteur (NIST SPKRID'03, 04 et 05, NFI-TNO'03), et une évaluation sur les systèmes de compréhension (Technolangue Media'05). Nous avons aussi également contribué à la campagne d'évaluation NIST TrecVid en mettant à disposition de l'ensemble des participants des transcriptions automatiques pour des corpus vidéo utilisés en 2003 et 2004.

Nos moyens informatiques sont importants et sont renouvelés régulièrement pour prendre en compte des besoins toujours croissants liés au développement et à l'évaluation des modèles statistiques. Nous disposons d'une grappe de 100 PC bi-processeurs Pentium 4 avec plus de 30 tera-octets de disques, ainsi que d'un parc d'environ 80 serveurs Unix et Linux.

Les recherches du groupe sont structurées en cinq thèmes interdépendants : *Caractérisation du locuteur et des émotions (thème 1)*, *Caractérisation des langues et linguistique de corpus oraux (thème 2)*, *Interaction conversationnelle (thème 3)*. *Modèles de langage, apprentissage et traduction (thème 4)* et *Transcription et indexation de documents audio (thème 5)*.

## Présentation de la recherche

### Thème Caractérisation du locuteur et des émotions

*C. Barras, L. Devillers, L. Canseco, X. Zhu, G. Leung, L. Vidrascu, J.L. Gauvain, L. Lamel, S. Meignier*

Lorsqu'on considère la reconnaissance automatique de la parole, le contenu linguistique n'est qu'un des aspects ; il peut être tout aussi important de connaître la personne qui a parlé, la langue utilisée, et l'état émotionnel du locuteur.

Un locuteur peut être caractérisé par le timbre de sa voix, sa prosodie (mélodie, rythme, énergie), son accent, une manière particulière de prononcer certains mots mais aussi de tousser ou de rire, et par l'utilisation plus fréquente d'expressions particulières ou d'idiolectes. Dans les systèmes de reconnaissance du locuteur à l'état de l'art, un élément central est la modélisation du spectre acoustique à court terme par mélange de Gaussiennes (GMM). Afin d'obtenir une estimation robuste des modèles des locuteurs à reconnaître même lorsque la quantité de données d'apprentissage est réduite, les modèles sont obtenus par adaptation d'un même modèle générique. Cette modélisation rend compte principalement du timbre, et une bonne intégration des autres sources d'information reste un sujet de recherche largement ouvert. Nous avons participé tous les ans depuis 2002 aux évaluations organisées par le NIST en reconnaissance et vérification du locuteur sur des enregistrements de parole téléphonique (cellulaire ou fixe). Un aspect limitant les performances en reconnaissance du locuteur est la nécessité de disposer d'une durée

d'enregistrement assez longue pour réaliser une bonne modélisation. Un autre problème est l'évolution naturelle de la voix qui rend nécessaire l'actualisation des modèles au fil de l'utilisation du système. Nous avons montré que l'adaptation non-supervisée d'un système de vérification du locuteur peut être efficace pour améliorer progressivement le modèle du locuteur et lui faire suivre les évolutions de la voix. Nous avons aussi travaillé sur la normalisation des paramètres acoustiques et des scores de vraisemblance des locuteurs ; la normalisation du canal acoustique, en particulier la compensation entre une transmission par réseau cellulaire et une autre par ligne fixe reste un obstacle majeur et un sujet de travaux futurs.

Une application typique de la reconnaissance du locuteur est la vérification d'identité pour le contrôle d'accès local (à la porte d'un bâtiment) ou à distance (par exemple pour la consultation de comptes bancaires via un serveur vocal). Mais la caractérisation du locuteur est aussi un composant essentiel pour les systèmes de transcription automatique et d'indexation de documents audiovisuels. La segmentation d'un document en segments acoustiquement homogènes, puis le regroupement automatique de ces segments par similarité de voix permet, lors de la transcription automatique, de traiter séparément les segments provenant de chaque locuteur. L'adaptation non supervisée des modèles acoustiques à la voix des différents locuteurs améliore alors significativement la qualité de la reconnaissance. Pour l'indexation de ces documents et leur présentation pour une lecture aisée, la structuration en tours de paroles du flux de mots résultants de la reconnaissance permet de rendre le document plus intelligible. Nous avons développé une approche originale combinant la classification par le critère d'information bayésienne (BIC) classique et des méthodes plus complexes utilisées habituellement en reconnaissance du locuteur. En 2004, dans le cadre de l'évaluation menée par le NIST sur la transcription enrichie, nous avons obtenu avec cette architecture les meilleurs résultats dans la tâche de structuration automatique en tours de parole d'émissions de radio ou télévision en anglais. Ces résultats ont été confirmés en 2005 lors de l'évaluation Technolangue ESTER sur la même tâche, réalisée cette fois sur des enregistrements de radios en français. L'approche purement acoustique pour le découpage en tours de parole laisse de côté des informations importantes présentes dans le contenu linguistique des émissions. Dans les émissions de télévision et encore plus à la radio, les intervenants sont presque toujours introduits par le présentateur de l'émission. Nous avons étudié la structure de ces émissions, et mis en évidence des patrons caractéristiques ; par exemple le journaliste qui présente l'intervenant suivant ou remercie l'intervenant précédent, ou encore le reporter qui s'identifie lui-même. Nous avons montré l'efficacité de ces patrons linguistiques sur des transcriptions automatiques. De plus, l'identification du locuteur se fait alors de manière absolue, et non pas de manière relative comme dans l'approche purement acoustique. Il est donc possible d'identifier le nom des principaux locuteurs. Au-delà de l'identification du locuteur, l'analyse linguistique permet aussi de déterminer son rôle dans l'émission (journaliste principal, reporter, invité) et ainsi de structurer de manière encore plus précise le document.

L'étude de la communication vocale et multimodale des émotions est un champ de recherche fondamental et appliqué émergent. Peut-on détecter dans la voix un état émotionnel ? Quels sont les indices associés aux émotions dans les manifestations de l'oral spontané ? Comment les indices vocaux sont liés aux indices multimodaux présents dans les données audiovisuelles ? Autant de problématiques qui préparent les machines affectives de demain.

L'émotion est définie comme un phénomène empirique, généralement transitoire et d'une certaine intensité qui se manifeste par des indices dans la voix, par la physionomie (visage, gestes, etc.) et par des changements physiologiques. Le terme émotion est utilisé ici au sens large et inclut les états affectifs et les attitudes des locuteurs. Nos travaux s'appuient sur des théories en psychologie, neurophysiologie, et en linguistique. Une des problématiques de cette analyse est liée à la difficulté de représenter le phénomène et d'isoler les facteurs qui en sont responsables. En effet, les manifestations des émotions sont dépendantes de la personnalité, de l'état d'esprit des individus, de leurs buts et également des contextes d'émergence. Ekman dénombre six émotions primaires universelles (communes avec les espèces animales) : la peur, la colère, la joie, la tristesse, le dégoût et la surprise. Dans les contextes d'émergence naturelle, les émotions sont rarement exprimées à l'état primaire. Effectivement, dans les interactions naturelles les émotions sont souvent combinées entre elles et pondérées par les règles d'interactions sociales et de politesse. Un de nos objectifs de recherche est de définir une représentation de ces manifestations émotionnelles complexes.

Les indices étudiés sont principalement les indices vocaux de type prosodiques (rythme, mélodie, énergie), acoustiques (positions et énergie des formants, cepstres, etc.), de qualité vocale, de disfluences (rupture de rythme, les hésitations, les silences, les allongements syllabiques) et également les indices non verbaux comme les rires, pleurs, toux, respirations, souffles, etc. Dans l'oral spontané, les comportements émotionnels sont également dépendants du contenu linguistique et du contexte d'émergence. Le niveau linguistique (lexique, syntaxe, sémantique, dialogue) est porteur de beaucoup d'indices sur le comportement

émotionnel. Le contexte comme par exemple le rôle de la personne dans le dialogue, l'événement ou la situation source d'émotion sont autant de facteurs pour caractériser les émotions. Dans les données audiovisuelles, nous étudions l'impact de l'audio par rapport aux indices multimodaux tels que gestes, regards, mouvement du corps, et expressions du visage, en collaboration avec le groupe AMI.

Identifier les émotions indiquant des troubles dans la communication peut être un moyen d'améliorer les systèmes de Dialogue Homme-Machine ou de détecter des situations anormales dans un système de télésurveillance. Dans le premier cas, l'identification des émotions peut permettre de suivre l'évolution des interactions, de modifier dynamiquement les stratégies dialogiques et donc de contribuer au succès de la communication. L'identification d'émotions extrêmes est étudiée en collaboration avec THALES et l'ENST sur un corpus de fictions pour détecter des situations anormales dans une application de télésurveillance. Hormis cette étude, nos recherches sont menées sur des corpus de données naturelles ; des dialogues réels enregistrés dans des centres d'appels sur différents thèmes : transactions boursières, banques, service médical ou des interviews télévisées. Ces dialogues couvrent une large palette de manifestations conversationnelles possibles en terme de sujet, contexte, caractéristiques des locuteurs, ainsi qu'une large palette de manifestations émotionnelles. Annoter les émotions présentes dans les données naturelles est un des aspects complexes que nous étudions en proposant des schémas et protocole d'annotation ainsi que des procédures de validation des annotations par des mesures de cohérence intra et inter annotateurs et des tests perceptifs. Nous avons proposé un schéma de codage original pour représenter les émotions mélangées : chaque unité émotionnelle (unité stable sur une émotion simple ou combinée pouvant être plus petite qu'un tour de parole) est annotée par une combinaison d'étiquettes verbales (pour pouvoir représenter les émotions mixtes), de dimensions abstraites et de certaines dimensions d' « appraisal ». En collaboration avec le groupe AMI, un protocole et un schéma de codage ont été définis pour annoter les niveaux : contexte, émotion et indices multimodaux. Une collaboration sur les aspects corpus et annotation d'émotions dans des données naturelles est également menée avec des chercheurs de l'Université de Belfast (QUB) fondateurs du réseau d'excellence FP6 HUMAINE. Une première expérience en collaboration avec le groupe AMI et L'UNIVERSITÉ PVIII a permis d'identifier les niveaux de représentation nécessaires à la synthèse des comportements émotionnels complexes par un agent expressif. Un autre de nos objectifs est de réaliser un modèle de détection automatique des émotions à partir d'indices linguistiques et paralinguistiques. Différentes approches pour l'identification des émotions sont étudiées, principalement les SVMs (Support Vector Machine) et les arbres de décisions. Nous participons aux campagnes d'évaluation des modèles de détection des émotions organisées dans le cadre du réseau d'excellence HUMAINE sur les données AIBO (UNIVERSITÉ D'ERLANGEN) et dans le cadre du projet intégré FP6 CHIL sur les données ISL-MEETING. Un projet sur la détection des émotions dans les interactions orales est également mené avec la société Vecsys.

## Thème Caractérisation des langues et linguistique de corpus oraux

*M. Adda-Decker, P. Boula de Mareüil, G. Adda, J.L. Gauvain, L. Lamel, J. Mariani, T. Pellegrini, S. Rosset, B. Vieru-Dimulescu, C. Woehrling, D. Zhu*

Comment caractériser et identifier une langue et ses variétés, dialectes ou accents dans un échantillon de parole d'un locuteur inconnu ? Sur quels indices acoustiques et autres connaissances non acoustiques se fonder pour identifier une langue ou une variété dialectale ? Cette problématique concerne aussi bien le traitement automatique de la langue parlée que la linguistique. Les travaux de recherche du thème « Caractérisation des Langues et Linguistique de Corpus Oraux » visent ainsi à faire progresser les méthodes et performances en identification automatique des langues et de leurs variétés, ainsi qu'à augmenter nos connaissances sur les langues et accents. Des connaissances explicites sur les accents régionaux et étrangers peuvent contribuer à augmenter la robustesse de la transcription automatique face à des locuteurs au parler non-standard. Le thème regroupe un ensemble de compétences scientifiques et techniques permettant d'élaborer des réponses à un large spectre de problématiques concernant à la fois les sciences de l'ingénieur et les sciences de l'homme. Les recherches s'appuient sur de grands corpus oraux multilingues incluant accents régionaux ou étrangers, divers styles, allant de la parole lue à des conversations privées en passant par de la parole publique diffusée à la radio ou à la télévision. Ces travaux permettent de contribuer au domaine de l'identification automatique des langues (IAL) et à des champs de recherches émergents en phonétique/phonologie de corpus.

La caractérisation et l'identification automatique des langues font partie de nos axes de recherche depuis plus de dix ans. Souvent soutenue par des contrats, cette activité s'est déployée ces dernières années dans le cadre de conventions DGA et plus récemment sous l'impulsion d'un programme interdisciplinaire « Société de l'Information » du CNRS, grâce au projet MIDL (Modélisation et Identification Des Langues) en

collaboration avec le groupe Perception Située (PS) du LIMSI, le CEP/GIP de la DGA, le LTCI/ENST et l'université Paris 3 (LPP et EA1483). Dans ce cadre nous avons organisé le colloque MIDL 2004 « Identification des langues et des variétés dialectales », avec comme ambition de rassembler des chercheurs de disciplines souvent éloignées autour du même objet d'étude : l'identification des langues parlées et de leurs variétés, soit par l'humain soit par la machine. Le succès du colloque (avec 130 participants), au-delà de l'espace francophone, nous laisse penser qu'il y a un besoin de colloques interdisciplinaires sur l'étude et le traitement automatique des langues.

Concernant l'identification automatique des langues, nos travaux s'appuient majoritairement sur une modélisation phonotactique qui exploite, pour chaque langue, des statistiques de co-occurrences de symboles phonémiques à partir d'un flux décodé automatiquement. Ici, les recherches suivent différents axes : une meilleure exploitation de l'information fournie par le décodeur acoustico-phonémique ; l'amélioration du décodage acoustico-phonémique via différentes bases « phonémiques » multilingues et via des modèles acoustiques dépendant du contexte ; et l'exploitation d'une unité de modélisation de type syllabique, plus longue que le phonème et mieux adaptée à la prosodie.

Ainsi une approche originale, à base de treillis, a été mise au point. Elle a permis d'améliorer significativement les performances d'identification, avec un taux d'égale erreur (EER) inférieur à 3% pour 12 langues enregistrées via liaison téléphonique et des échantillons audio de 30 secondes en un temps de traitement inférieur au temps réel. Pour les travaux concernant des bases de phones multilingues, nous nous sommes d'abord placés dans un cadre d'identification automatique de 8 langues (français, italien, espagnol, portugais, anglais, allemand, chinois, arabe) avec une approche phonotactique classique. Différentes voies ont été explorées, visant soit à garder le plus de distinctions phonémiques spécifiques à chaque langue, soit à en éliminer, dès lors que les variations acoustiques observées sont peu importantes pour les phonèmes en question. Nous avons pu montrer qu'un trop grand nombre d'unités de type « phonème » (en particulier trop de voyelles) génère plus de bruit que d'informations utiles et que des modèles acoustiques dépendant du contexte apportent une amélioration des taux d'identification. Une dernière voie explorée concerne une unité de type syllabique. Cette extension de la phonotactique à la syllabotactique est novatrice, et permettra dans le futur d'intégrer et d'évaluer différents types d'informations prosodiques.

Autour de la linguistique de corpus oraux une première étude d'identification perceptive de la langue sur des échantillons courts (1,5 à 2 secondes) a révélé que des langues « proches » comme l'espagnol et l'italien - du même groupe roman - sont souvent confondues par des auditeurs français. Dans un deuxième temps, nous avons exploré un champ plus original : l'étude acoustique et perceptive des hésitations autonomes multilingues. Dans la parole spontanée, on trouve en proportion relativement importante des pauses remplies comme le « euh » en français. Nous avons abordé la question de l'information spécifique à la langue portée par ce type d'hésitations sur 8 langues. Les résultats montrent des différences inter-langues notamment en matière de timbre, lequel s'avère ne pas être toujours central, contrairement à ce qui est souvent dit. Ces résultats sont corroborés par des études perceptives. Concernant la caractérisation d'un « accent étranger », nous nous sommes interrogés sur le rôle que peut jouer la prosodie. En utilisant diverses méthodes de traitement du signal (synthèse par diphtonges, recopie de prosodie), des études ont porté sur un corpus de phrases qui peuvent se dire (quasiment) de la même façon en italien et en espagnol (ex. « ha visto la casa del presidente americano »). Des études perceptives ont été menées pour discerner ce qui est perçu lorsqu'on croise le segmental (chaîne de phonèmes) et le suprasegmental (prosodie). Les résultats obtenus suggèrent un rôle plus important de la prosodie, par rapport aux aspects segmentaux. D'autres travaux sur l'accent maghrébin en français ont montré un plus grand effet de la voix et de l'articulation des phonèmes. Les résultats dépendent donc de la paire L1-L2 (langue maternelle-langue seconde).

En lien avec les travaux sur la base phonémique multilingue, une étude sur la variation acoustique des voyelles a été menée. Le but recherché ici est double : déterminer des valeurs de formants pour les voyelles d'une langue de manière automatique à partir de corpus ; et étudier les variations des formants en fonction de différents paramètres (sexe du locuteur, débit de parole). Une analyse en fonction de la durée montre que les formants des segments les plus longs ont des valeurs proches des valeurs de références connues et que les valeurs formantiques décrivent, pour des durées décroissantes, un mouvement concentrique dans le triangle vocalique (ce qui met en lumière des phénomènes de centralisation). L'évolution formantique en fonction du débit, mise en évidence, se prête à des interprétations physique et linguistique.

Des travaux ont été engagés récemment sur la perception et la modélisation des accents régionaux du français, notamment dans le cadre du projet VARECOM du programme « Traitement des Connaissances,

Apprentissage et NTIC » (TCAN) du CNRS en collaboration avec le LPL d'Aix-en-Provence, le laboratoire Modyco de l'université Paris 10, l'ERSS et le laboratoire Jacques Lordat de Toulouse, le laboratoire de psychologie expérimentale de Genève et l'université d'Oslo. Nos objectifs ici sont multiples : contribuer, grâce au traitement automatique, à une transcription fine du corpus PFC (Phonologie du Français Contemporain) qui comporte une cinquantaine de points d'enquête de l'espace francophone et qui est destiné à servir de référence à de nombreux phonéticiens et phonologues de la langue française ; améliorer la modélisation des accents régionaux pour la transcription automatique de la parole ; progresser dans la caractérisation et l'identification automatique des accents ; et développer des échanges entre chercheurs en traitement automatique de la parole et en linguistique/psycholinguistique. Nous pensons que les échanges entre ces disciplines pourront contribuer dans le futur à l'élaboration de nouvelles connaissances, grâce notamment à une exploitation de grands corpus à l'aide d'instruments issus du traitement automatique.

## Thème Interaction conversationnelle

*S. Rosset, H. Maynard, F. Becquet, L. Devillers, O. Galibert, J.J. Gangolf, J.L. Gauvain, L. Lamel, F. Lefèvre, G. Leperu, J. Mariani, D. Tribout, I. Wilhem*

Nos travaux dans le domaine de l'interaction conversationnelle ont pour objectif de permettre à des utilisateurs d'interagir naturellement avec des ordinateurs pour rechercher des informations ou créer des objets. Nous entendons par interaction naturelle le fait que l'utilisateur et le système sont tous deux, à part égale, actifs dans le processus de communication. Dans ce cadre, plusieurs types d'applications sont envisageables, de la recherche d'informations ciblées à l'assistance à la rédaction de documents en passant par la recherche d'informations générales. Les activités de ce thème portent aussi bien sur l'étude de modèles permettant de développer des systèmes d'interactions orales homme-machine que sur l'analyse de dialogues homme-homme.

Un de nos axes de recherche concerne les systèmes de dialogues dits finalisés, c'est-à-dire pour lesquels l'interaction a lieu dans le cadre d'une tâche précise telle que la réservation d'hôtel, de trains, ou l'accès à un compte bancaire. En nous appuyant sur les travaux que nous menons dans ce domaine depuis plusieurs années, et qui ont conduit à la réalisation d'applications grands public comme les systèmes RECITAL pour la SNCF ou SIEL pour la RATP, nous travaillons d'une part à la réduction de l'expertise humaine dans l'élaboration des modèles, et d'autre part à rendre ces modèles plus facilement adaptables à de nouvelles tâches et de nouvelles langues.

Ces dernières années, nous essayons de plus de nous écarter de la notion de tâche précise pour aller vers ce qui est communément appelé dialogue en domaine ouvert. Là, nos travaux portent sur le développement de systèmes de recherche générale d'information. Pour de tels systèmes, les méthodes classiquement utilisées se fondant sur une ontologie d'un domaine ne sont guère utilisables, nous étudions donc des méthodes capables de traiter un vocabulaire potentiellement illimité. Ces travaux sont évalués dans le cadre du projet RITEL.

L'évaluation des systèmes de dialogue est également un axe de recherche actif que nous développons en particulier au travers du projet français Technolangue MEDIA pour les dialogues finalisés et dans le cadre du projet RITEL pour le dialogue en domaine ouvert.

Les corpus constituent un aspect central dans l'étude de l'interaction orale homme-machine ou homme-homme. Pour utiliser et étudier ces corpus, il est indispensable de développer des méthodes d'annotations aussi génériques que possible. Ces corpus annotés constituent un important terrain d'études linguistiques du langage oral spontané, de la construction du sens et de la structuration des échanges. Leur étude est nécessaire à l'amélioration de nos modèles.

Notre travail sur l'annotation de corpus de parole consiste en deux volets : le premier est dévolu aux corpus de dialogues homme-homme et a pour objectif de permettre l'étude des différentes sources d'information véhiculées dans le dialogue ; et le deuxième porte sur les corpus de dialogues homme-machine ou homme-WOZ (dans lesquels la machine est simulée). Dans le contexte du projet AMITIES, nous avons développé un outil dédié à l'annotation sémantique de corpus de dialogues oraux, qui permet de définir le dictionnaire conceptuel d'une tâche donnée, et assure que les annotations produites respectent les contraintes définies dans ce dictionnaire conceptuel. Les principes, protocoles, et outils que nous avons produits constituent les fondements du projet MEDIA et ont été utilisés par l'ensemble des partenaires du

consortium. La structure du dictionnaire conceptuel a bénéficié depuis d'enrichissements, notamment en ce qui concerne l'annotation des liens référentiels.

Dans le cadre du programme interministériel Technolanguage, nous avons monté le projet MEDIA sur l'évaluation de la compréhension hors et en contexte du dialogue dont nous sommes animateurs scientifiques. Ce projet, fondé sur nos propositions en matière de méthodologie d'évaluation des systèmes de dialogues, constitue une première dans la communauté française. Il repose sur l'idée que dans le cadre de systèmes de dialogues finalisés, il est possible de mener des évaluations diagnostiques de la compréhension en utilisant une représentation sémantique commune. Il a permis à des chercheurs d'origines diverses (informaticiens, linguistes, organismes académiques, industriels) de créer et partager une base de données de 1250 dialogues, transcrits orthographiquement, et annotés sémantiquement et dialogiquement.

Actuellement, les systèmes de dialogue finalisés concernent des domaines dédiés tels que l'information horaire de moyens de transports (trains, avions) ou les informations touristiques. Par exemple dans le projet MEDIA, les tâches traitées sont la réservation d'hôtel et les renseignements touristiques. Nos recherches portent sur la modélisation de la parole spontanée, la modélisation des processus de compréhension et la modélisation du dialogue.

La transcription produite par le système de reconnaissance est transmise au module de compréhension qui analyse la requête pour en extraire le sens. Pour la compréhension les deux approches que nous étudions actuellement, reposent sur l'hypothèse qu'il existe une correspondance entre les séquences de mots et les séquences de concepts représentant le sens d'un énoncé. Dans la première approche, le processus de compréhension est global. La séquence de concepts la plus probable est déterminée pour la suite de mots à analyser à l'aide d'un modèle conceptuel statistique. Le modèle le plus simple comprend les probabilités a priori des concepts et les probabilités conditionnelles n-grammes des mots pour chaque concept. L'évolution la plus récente de cette approche concerne la détermination de la valeur à associer au concept, qui jusqu'à présent reposait sur une analyse par règles de réécriture. La modélisation stochastique est maintenant étendue à la détermination de ces valeurs. Dans la seconde approche, l'analyse est effectuée en trois étapes. Dans un premier temps, les entités nommées (lieu, personne, organisation) et les entités spécifiques (entités dépendantes du domaine) sont détectées. Cette détection se fait à l'aide de règles d'analyses syntactico-sémantiques. Un modèle de langage de type n-gramme est ensuite utilisé pour détecter les frontières de segments sémantiques. La classification des segments sémantiques est effectuée avec un modèle de type Memory Based Learning. Les deux méthodes ont été mises en oeuvre dans les deux systèmes qui ont été évalués lors de la campagne d'évaluation Technolanguage MEDIA de juin 2005. Ces deux systèmes sont arrivés en tête de l'évaluation de la compréhension hors-contexte.

Nous disposons de différents corpus de dialogues finalisés, (réservation de train, renseignements touristiques, consultation de compte bancaire) qui nous permettent d'étudier l'adaptation des modèles de compréhension à une nouvelle tâche, et de développer des modèles multi-tâches. Nous étudions de plus des techniques d'apprentissage permettant de réduire la quantité de données annotées manuellement pour élaborer les modèles.

Nous travaillons également à la structuration automatique des dialogues en segments dialogiques et à la détection d'actes de dialogue dans des corpus de dialogues homme-homme finalisés. L'approche choisie est modulaire et utilise un système de détection d'entités spécifiques pour simplifier l'espace de recherche, une méthode de type Memory Based Learning pour la classification et des modèles de langage de type n-gramme pour la segmentation en segments dialogiques. Le taux d'erreur de détection des actes de dialogue est d'environ 13%.

Suite à nos travaux sur le dialogue oral homme-machine dans des domaines spécialisés et aux annotations de corpus de parole, nous nous sommes intéressés à l'utilisation du dialogue pour de la recherche d'information en domaine ouvert. Dans ce cadre, nos travaux consistent donc non seulement en l'intégration d'outils existants mais aussi et surtout en l'étude d'un type nouveau de dialogue entre l'homme et la machine. En effet, il est question ici de recherche collaborative, de co-construction dynamique du sens et du domaine de l'interaction. Un tel projet doit faire face à plusieurs problèmes épineux. Les plus évidents sont : la reconnaissance de la parole qui doit être à très grand vocabulaire, la gestion d'un dialogue en domaine ouvert, la communication et l'échange d'informations entre un système de question-réponse et le système de dialogue et la génération de la réponse. Dans la mesure où nous considérons que l'utilisateur et le système sont aussi actifs l'un que l'autre dans l'interaction, nous devons supprimer le délai entre la fin (supposée) de la parole de l'utilisateur et la réaction (réponse ou simple backchannel) du système. Ceci nous

a amené à concentrer nos premiers efforts sur la reconnaissance de la parole et l'analyse des énoncés utilisateur.

Nous avons développé une nouvelle architecture permettant de séparer la recherche d'information du gestionnaire de dialogue et d'intégrer dans le gestionnaire de dialogue l'analyse des énoncés utilisateur. De plus l'analyse des énoncés et celle des documents dans lesquels des informations sont recherchées ont été unifiés. Nous travaillons principalement sur ces analyses, fondées sur des approches syntactico-sémantiques légères, qui produisent un résultat utile aussi bien pour le dialogue que pour la recherche d'information. Elles s'appuient essentiellement sur la détection d'entités nommées et d'entités « étendues » (définition étendue des entités nommées, par exemple les citations, les événements imprécis, etc.). Notre système de détection d'entités nommées a été évalué sur des transcriptions manuelles d'émissions radio- ou télé-diffusées et a obtenu une F-mesure de 84%. Sur les données collectées par la plateforme Ritel, le système a obtenu une F-mesure de 76%. Actuellement, nos travaux portent sur l'apprentissage automatique de schéma d'analyse (pour les énoncés et les documents), le dialogue et le raffinement interactif de la recherche, la gestion asynchrone des événements, et la synthèse d'informations multi-sources.

## Thème Modèles de langage, apprentissage et traduction

*H. Schwenk, G. Adda, A. Allauzen, E. Bilinski, D. Déchelotte, L. Chen, O. Galibert, J.L. Gauvain, V. Gender*

Dans ce thème nous étudions des algorithmes d'apprentissage statistique pour la modélisation du langage et la traduction automatique.

Un modèle de langage permet d'intégrer dans des systèmes de transcription et de traduction une mesure de la pertinence lexicale, syntaxique et sémantique des mots et phrases qui sont produits. Les modèles de langage utilisés dans les systèmes de l'état de l'art en transcription et traduction à grand vocabulaire, sont des modèles statistiques, et principalement des modèles de langage n-grammes à repli. Ces modèles posent des problèmes particuliers d'apprentissage, principalement parce que les données sont souvent insuffisantes pour les estimer de manière fiable, et que les sources d'apprentissage sont hétérogènes par nature, taille et qualité.

Nous avons développé des modèles pour de nombreuses langues (français, anglais, allemand, espagnol, arabe, mandarin, portugais, ...), qui ont été utilisés avec succès lors de plusieurs campagnes d'évaluation ces deux dernières années (EARS RT04, ESTER'05, CHIL'05, TCSTAR'05). Pour chaque langue nous nous procurons des textes qui sont le matériau permettant l'estimation de ces modèles. Le choix des textes est guidé par l'utilisation du modèle. Il convient notamment de distinguer le type des textes (écrit, parole préparée ou parole spontanée) et la période (par exemple textes anciens ou récents).

Selon la langue, les modèles retenus peuvent différer ; par exemple, pour le français, nous avons observé que pour une tâche de transcription d'émission d'informations, environ un tiers des erreurs de reconnaissance portent sur des homophones morphologiques<sup>25</sup>. Les confusions morphologiques génèrent une combinatoire où les modèles de type n-gramme de mots, tributaires d'occurrence explicite des combinaisons valides dans les données d'apprentissage, se révèlent souvent incapables de respecter ces dépendances à distance. Nous avons introduit une nouvelle manière de traiter ces erreurs, en utilisant un modèle de langage de classe pour réévaluer un treillis de mots obtenu en introduisant dans la meilleure hypothèse du système l'ensemble des homophones morphologiques possibles. Cette technique nous a permis, malgré quelques cas de sur-généralisation, d'améliorer de 2% relatif le meilleur résultat obtenu.

Parmi les tâches où l'apport de la modélisation linguistique est crucial, nous pouvons citer la transcription de la parole conversationnelle et la transcription d'émissions radio-télédiffusées. La difficulté de la modélisation linguistique pour cette dernière réside dans sa richesse informationnelle. L'actualité journalistique décrit des événements nouveaux et peut traiter de thèmes inabordés jusqu'alors, restant ensuite dans l'actualité pendant un temps très variable. Cette nouveauté se traduit par de nouveaux mots (néologismes, noms propres), mais aussi de nouvelles tournures ; il est donc nécessaire de disposer de textes récents pour adapter les lexiques et les modèles de langage (adaptation diachronique). Une approche complémentaire consiste à adapter dynamiquement le modèle de langage en fonction du contenu

---

<sup>25</sup> Nous appelons homophones morphologiques des paires de mots comme «conspué/conspuée», qui ne diffèrent que par leur genre, nombre, temps, mode ou personne, pour une même transcription phonétique.

thématique estimé a posteriori de chaque document à transcrire (adaptation thématique). Ces deux voies d'adaptation sont explorées.

Dans la première approche, on adapte les lexiques et les modèles de langage à l'aide de textes issus du Web, collectés quotidiennement. Différentes méthodes d'adaptation du lexique ont été étudiées : une méthode vectorielle, qui optimise la couverture lexicale par combinaison linéaire des fréquences suivant les sources, et une méthode heuristique, où les mots à inclure sont choisis en fixant des seuils sur leur fréquence d'occurrence. Les deux méthodes, combinées avec une adaptation du modèle de langage à l'aide des textes issus du Web, permettent de diminuer significativement le taux d'erreur, et mettent en évidence l'importance pour les méthodes d'adaptation, de disposer d'un corpus de développement réellement représentatif de la tâche. Pour le cas où les textes collectés sont de taille trop réduite, nous avons développé une méthode originale pour être à même d'inclure les mots importants et nouveaux contenus dans ces textes, dans le lexique et dans le modèle de langage sans avoir à reconstruire les modèles. Pour cela, nous utilisons une technique de repli lexical, où les mots nouveaux sont incorporés dans le modèle de langage par le biais d'une vingtaine de classes lexicales représentatives des mots hors vocabulaire les plus fréquents sur le texte d'apprentissage (Nom Propre, Prénom, Verbe conjugué singulier, etc...). Cette technique permet de diminuer significativement le taux de mots hors vocabulaire, et 80% des mots ainsi introduits sont bien reconnus, obtenant ainsi une réduction absolue du taux d'erreur de 0.6% pour des journaux télévisés.

La deuxième voie n'utilise pas de textes pour modifier a priori le modèle de langage, mais elle se fonde sur la transcription issue de la reconnaissance, pour modifier dynamiquement le modèle de langage (le vocabulaire n'est donc pas adapté). On désire ainsi rapprocher le modèle de langage général du sujet ou thème qui est abordé. L'adaptation non supervisée en utilisant directement les transcriptions issues de la reconnaissance conduit à des gains aléatoires, à cause du faible volume de données et du bruit causé par les erreurs de reconnaissance. La méthode utilisée, inspirée des techniques de recherche d'information, utilise la transcription comme une requête pour extraire des textes en rapport avec le sujet contenu dans celle-ci ; pour se faire, la transcription est segmentée automatiquement en histoire ne contenant qu'un seul sujet. L'adaptation se fait ensuite en utilisant ces textes extraits, qui ont l'avantage d'avoir une taille plus conséquente, et d'être exempts d'erreurs. L'application de cette méthode a permis de réduire la perplexité et le taux d'erreur de mots.

Depuis quelques années nous effectuons des recherches sur des techniques alternatives aux modèles de langage à repli. La représentation habituelle du mot dans un espace discret rend en effet difficile la généralisation à des contextes non observés, puisqu'une interpolation dans un espace discret est par nature délicate. Ainsi, nous proposons de traiter la tâche d'estimation dans un espace continu. Pour cela chaque mot est projeté dans un espace vectoriel de dimension 50 à 200, la probabilité d'un mot en contexte étant ensuite estimée à partir de cette représentation. L'utilisation d'un réseau de neurones permet d'apprendre conjointement la projection et l'estimation des densités. Des algorithmes très rapides ont été développés permettant d'entraîner les modèles neuronaux sur des corpus de plusieurs centaines de milliers de mots. L'incorporation dans les systèmes de transcription se fait par réévaluation de treillis et ne nécessite que très peu de temps, rendant leur utilisation possible même dans des systèmes fonctionnant en temps réel.

Ces modèles de langage neuronaux, initialement développés pour palier le manque de données dans certaines tâches et langues, sont aujourd'hui utilisés avec succès dans tous les systèmes de reconnaissance de la parole à grand vocabulaire du groupe TLP. Pour toutes les langues et toutes les tâches traitées, nous avons obtenu des réductions significatives du taux d'erreur de mots, réduction atteignant jusqu'à 1,6% absolu. La représentation des mots dans un espace continu permet aussi d'envisager plusieurs extensions intéressantes. Nous travaillons en particulier sur de nouvelles techniques d'adaptation non supervisée qui visent à transformer les mots dans cet espace continu, par exemple pour approcher des mots qui apparaissent souvent dans les mêmes contextes dans une conversation.

Parmi les nouveaux thèmes de recherche que nous étudions actuellement, la traduction par ordinateur est une tâche complexe faisant intervenir pratiquement tous les aspects du traitement du langage naturel. La traduction de la parole, et en particulier de la parole conversationnelle, pose de nouveaux problèmes pour la traduction automatique. Beaucoup de ces difficultés proviennent des erreurs commises par le module de reconnaissance qui précède la traduction. Mais même sans erreurs de reconnaissance, la traduction automatique doit résoudre des problèmes inhérents à la parole spontanée comme par exemple des hésitations, des reprises, ou plus généralement, des structures grammaticales incomplètes. L'approche statistique à la traduction automatique propose de résoudre ces problèmes par la combinaison d'une modélisation linguistique et d'une prise de décision statistique. Cette approche ne nécessite pas l'utilisation

d'analyseurs syntaxiques ou de règles de traduction. L'apprentissage des modèles statistiques se fait automatiquement à partir de textes bilingues alignés pour les modèles de traduction et de textes monolingues pour le modèle de langage de la langue cible.

Nous avons réalisé un système complet de traduction de la parole fondé sur une approche statistique, aussi bien pour la transcription que pour la traduction. L'interaction entre ces deux modules peut se faire en traduisant simplement la meilleure hypothèse de reconnaissance, mais l'utilisation systématique de l'approche statistique permet d'envisager une interaction plus étroite, voire même une optimisation globale conjointe. Ces travaux sont effectués dans le cadre du projet européen TC-STAR (Technology and Corpora for Speech to Speech Translation) sur la traduction de la parole (<http://tc-star.org>) où les tâches considérées sont principalement la transcription et la traduction des débats du parlement européen de l'anglais vers l'espagnol et vice-versa, ainsi que la traduction d'émissions d'information en chinois vers l'anglais.

## Thème Transcription et indexation de documents audio

*L. Lamel, J.L. Gauvain, G. Adda, M. Adda-Decker, C. Barras, E. Bilinski, L. Canseco, O. Galibert, J.J. Gangolf, N. Jennequin, F. Lefèvre, Y.Y. Lo, T. Pellegini, S. Rosset, H. Schwenk*

L'un des principaux objectifs de ce thème concerne la transcription de la parole et la structuration automatique de documents audio, qu'il s'agisse d'émissions d'information (documents contemporains ou documents d'archive), d'audio sur l'Internet (news, podcasts), de séminaires, de débats, de réunions, ou de conversations. L'augmentation du nombre de médias audiovisuels induit un besoin croissant de techniques de traitement automatique des flux audio. Les méthodes actuelles sont en grande partie manuelles, des documentalistes devant lire, écouter, regarder, annoter par thèmes et identifier les éléments d'intérêt. L'automatisation de certaines de ces activités est nécessaire pour généraliser l'accès par le contenu à ces documents. Parmi les applications existantes qui peuvent bénéficier de ces nouvelles technologies, on trouve l'indexation de bibliothèques numériques multimédia et la pige des médias audiovisuels, ainsi que quelques applications émergentes comme la diffusion sélective d'information et l'accès à l'audiovisuel diffusé sur Internet. L'indexation de données audio offre un accès direct aux séquences audiovisuelles recherchées, réduisant ainsi le temps nécessaire pour identifier les enregistrements dans de grandes bases de données multimédia ou dans des flux audiovisuels.

Chaque type de document pose des problèmes spécifiques. Par exemple, les documents radio ou télédiffusés contiennent des segments de diverses natures acoustiques et linguistiques avec des transitions rapides ou graduelles. Ces conditions nous amènent à segmenter (automatiquement) le flux audio afin d'adapter les modèles à la nature des données (locuteur, bande passante, niveau et type de bruit, langue, musique, sujet, ...). Cette segmentation constitue en outre un premier niveau de structuration du document. Pour la transcription de la parole, notre but est de développer des modèles pour la parole spontanée qui soient robustes aux variabilités acoustiques et linguistiques, et indépendants du locuteur et des applications. Les modèles mis en jeu doivent rendre compte de la grande variabilité acoustico-phonétique et linguistique (prise de son, environnement, transmission, type de voix, vitesse d'élocution, accent, style de langage, ...) et en particulier les phénomènes propres à la parole spontanée (hésitations, respirations, reprises, syntaxe de l'oral). Ce travail est effectué dans un cadre multilingue (ahmarique, anglais, allemand, arabe, espagnol, français, mandarin, portugais), qui nous permet en particulier de valider la généralité des modèles. La transcription automatique de documents d'information (par exemple un journal télévisé) peut être aujourd'hui réalisée en temps-réel (une heure d'audio requiert une heure de traitement) en utilisant un seul processeur avec un taux d'erreur sur les mots de l'ordre 15%.

La transcription de la parole conversationnelle est une tâche plus difficile que la transcription d'émissions d'information, la difficulté étant due principalement au caractère spontané de la parole conversationnelle. L'adaptation des modèles développés pour la parole observée dans les émissions d'information ne permet pas d'obtenir un niveau de performance satisfaisant, même après réestimation des paramètres des modèles sur des données conversationnelles. Il a donc été nécessaire d'améliorer significativement nos modèles acoustico-phonétiques. Nos travaux ont porté principalement sur le développement de techniques d'apprentissage adaptatif et d'apprentissage discriminant, ainsi que sur une meilleure prise en compte des variantes de prononciation dans le processus de décodage.

Les progrès accomplis aux cours des trois dernières années peuvent être mesurés en comparant les taux d'erreur de notre système lors des trois dernières évaluations organisées par le NIST sur la tâche CTS

(Conversational Telephone Speech) en américain. Le taux d'erreur a été réduit d'environ 50% en trois ans (de 30% à 16%).

Les innovations récentes qui ont permis de réduire significativement les taux d'erreur de transcription concernent essentiellement les techniques d'adaptation non supervisée, le développement de techniques d'apprentissage adaptatif et discriminant, une meilleure modélisation des matrices de covariance des modèles markoviens, une technique de décodage par consensus, la probabilisation des prononciations, l'utilisation de plusieurs jeux de phonèmes et la combinaison de systèmes.

L'apprentissage des modèles acoustiques est habituellement réalisé en alignant une transcription orthographique exacte sur le signal de parole au moyen d'un jeu de modèles phonétiques et d'un dictionnaire de prononciation. Avec les très grands corpus de parole utilisés aujourd'hui pour le développement des systèmes de reconnaissance (quelques centaines à quelques milliers d'heures), le coût des annotations manuelles devient prohibitif. Nous étudions donc de nouvelles approches moins supervisées pour l'estimation des paramètres des modèles acoustiques afin de minimiser ces coûts. L'idée principale est d'utiliser un système de reconnaissance préexistant afin de transcrire les données d'apprentissage. Les modèles acoustiques obtenus utilisant cette procédure, qui peut être initialisée en utilisant des modèles acoustiques appris sur très peu (moins qu'une heure) de données transcrites manuellement, s'avère être très performants.

Dans le contexte de deux projets intégrés européens (TC-STAR et CHIL), nous avons appliqué nos méthodes à d'autres types de documents audio : d'une part les débats du parlement européen avec pour objectif la traduction automatique de la parole, et d'autre part des enregistrements de séminaires et réunions avec une prise de son en champ lointain.

Les méthodes développées pour l'anglais-américain ont été également appliquées avec succès au traitement d'émissions d'information et de conversations dans d'autres langues (arabe, espagnol, français...).

Bien entendu il a été nécessaire d'adapter les modèles pour prendre en compte les spécificités de chaque langue, mais les algorithmes sont pratiquement inchangés, démontrant la généralité des méthodes développées. Nos travaux sur le français ont été évalués dans le cadre du programme Technolanguage (<http://www.technolanguage.net/article60.html>). Le système de transcription du LIMSI a été classé premier avec un taux d'erreur (11.9%) très significativement inférieur aux sept autres systèmes évalués (entre 23.6% et 61.9%). Le système développé conjointement avec la société Vecsys-Research (sous licence LIMSI) a obtenu les meilleurs résultats dans la catégorie « temps réel », avec là aussi un taux d'erreur très significativement inférieur (16.8%) à ceux des autres systèmes dans la même catégorie (entre 37.4% et 70.4%).

Un démonstrateur d'un système de recherche dans des documents audio a été développé en combinant un système de transcription de documents audiovisuels et un système original de recherche d'information conçu spécifiquement pour des flux audio, en particulier dans le cas où les frontières de documents ne sont pas connues a priori. Nous avons étudié l'impact d'une transcription automatique sur les réponses d'un système de recherche documentaire et sur les performances de système de filtrage de documents. Nous avons pu constater que la précision moyenne des réponses en recherche documentaire est pratiquement inchangée lorsqu'on remplace des transcriptions manuelles par des transcriptions obtenues automatiquement, et ceci malgré un taux d'erreur de transcription de l'ordre de 20%. Ce résultat remarquable montre que la qualité de la transcription n'est pas un facteur limitatif pour les techniques actuelles d'indexation. On n'observe pas le même effet de seuil pour le filtrage d'information qui requiert des taux d'erreur de transcription moins élevés pour atteindre des performances comparables à celles obtenues sur du texte en particulier lorsque les thèmes des documents ne sont définis que par quelques mots-clefs. Notre plateforme expérimentale <http://audiosurf.org>, qui indexe quotidiennement des documents audio sur le WEB dans différentes langues, nous permet de valider en vraie grandeur les résultats de nos recherches.

Dans le cadre du projet intégré CHIL (Computers in the Human Communication Loop), nous développons des modules pour la structuration automatique d'enregistrements de séminaires et réunions. Ces modules permettent de détecter et de transcrire la parole, de reconnaître et de suivre les locuteurs, d'identifier les entités spécifiques et les thèmes du document, et de détecter les émotions des locuteurs. L'objectif est de générer les annotations nécessaires pour répondre aux questions : qui, où, quoi, comment, et pourquoi ?

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Martine	Adda-Decker	Ch	CR1	CNRS
Philippe	Boula De Mareuil	Ch	CR2	CNRS
Jean-Luc	Gauvain	Ch	DR2	CNRS
Lori	Lamel	Ch	DR2	CNRS
Joseph-Jean	Mariani	Ch	DRCE	CNRS
Sophie	Rosset	Ch	CR2	CNRS
Alexandre	Allauzen	Ens-Ch	MC	Paris XI
Claude	Barras	Ens-Ch	MC	Paris XI
Laurence	Devillers	Ens-Ch	MC	Paris XI
Hélène	Maynard	Ens-Ch	MC	Paris XI
Holger	Schwenk	Ens-Ch	MC	Paris XI
Gilles	Adda	ITA	IR1	CNRS
Eric	Bilinski	ITA	IE2	CNRS
Jean-Jacques	Gangolf	ITA	IR1	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Leonardo	Canseco Rodriguez	Paris XI	STITS
Daniel	Dechelotte	Paris XI	Informatique
Bianca	Dimulescu-Vieru	Paris XI	Informatique
Nicolas	Jennequin	Paris XI	Informatique
Thomas	Pellegrini	Paris XI	Informatique
Laurence	Vidrascu	Paris XI	Informatique
Xuan	Wan	Paris XI	Informatique
Cécile	Woehrling	Paris XI	Informatique
Dong	Zhu	Paris XI	Informatique

## Participation à des instances

### Comités éditoriaux

- M. Adda-Decker a été organisatrice du colloque MIDL 2004, co-organisatrice d'une journée ATALA sur les disfluences (2004), et co-organisatrice du mini symposium VARCOM (2005). Elle a été membre du comité scientifique du colloque MIDL 2004, du workshop DISS (Disfluencies in spontaneous speech) en 2005, de la conférence InterSpeech 2005. Elle a fait partie du comité de relecture des revues Speech Communication, IEEE Speech & Audio Processing, International Journal of Speech Technology (Kluwer) et Machine Learning Journal
- G. Adda a été membre du comité scientifique des conférences Eurospeech 2003, HLT/NAACL 2004, LREC2004, Interspeech 2005, ASRU 2005 et HLT/EMNLP 2005. Il est relecteur pour la revue Speech Communication
- C. Barras a été membre du comité de lecture du numéro spécial sur le « Traitement automatique des corpus oraux » de la revue Traitement Automatique des Langues. Il a été relecteur pour la

revue *Computer Speech and Language* et membre du comité scientifique de la conférence JEP'2004 et de l'exposition Biométrie de la Cité des Sciences et de l'Industrie

- P. Boula de Mareuil a été membre du comité scientifique des colloques et conférences MIDL 2004, ATALA 2005, RECITAL 2005, JEP 2004
- L. Devillers a été membre du comité scientifique de la conférence LREC'2004, IJCNLP'04, Eurospeech'03 et Interspeech'2005. Elle a été relecteur pour les revues *Speech Communication* et *RIA 2005, Interactions Emotionnelles*
- J.L. Gauvain a été membre du comité d'organisation de la conférence IEEE ASRU'2005, membre du comité de programme de la conférence RIAO'2004, et membre des comités scientifiques des conférences IEEE ASRU'2003, ISCA Eurospeech'2003, ICSLP'2004, et Eurospeech'2005. Il est membre du comité scientifique de la revue *Annales des Télécommunications*
- L. Lamel est membre élu du conseil permanent de la conférence ICSLP (1998-2004,2005-2010), membre de l'Interspeech International Advisory Council (depuis 2004). Elle est membre du comité éditorial de la revue *Speech Communication*. Elle a été membre du comité scientifique des conférences et workshops : ITRW MSDR'03, LREC'04, LREC'06, Eurospeech'03, Eurospeech'05, HLT/NAACL 2004 workshop on « Access to spoken archives », MIDL'04, CBMI'05, MLMI'05, ASRU'05, RANLP'05. Elle a été co-organisatrice d'une session spéciale à InterSpeech 2005 sur « Gender Issues in Speech and Language »
- F. Lefèvre a été membre du comité scientifique de la conférence JEP 2004 et relecteur pour les revues *Speech Communication* et *Computer, Speech and Language*
- J. Mariani a été membre des Comités scientifiques des ETRW ISCA « Spoken Multimodal Human-Computer Dialogue in Mobile Environments » (Irsee, 2003), ETRW ISCA/IEEE « Spontaneous Speech Processing and Recognition » (Tokyo, 2003), ETRW ISCA « Auditory quality of systems » (Mont Cenis, 2003). Il a été membre du Comité international d'ICSLP 2004 (Corée), membre de l'International Advisory Committee de la conférence IJCNLP (Hainan Island, Mars 2004), membre du Comité de Programme des conférences LREC'04 (Lisbonne, 2004) et LREC'06 (Gênes, 2006), membre du Comité scientifique du workshop « Multimodal corpora », LREC 2004 (Lisbonne, 25 mai 2004), membre du Comité de Programme de la Conférence LangTech'03 (Paris, Novembre 2003), membre de comités scientifiques de conférences (IEEE/ISCA SSPR'03, SIGDIAL IDS'05, PIT'06). Il est membre du comité éditorial de l'« International Journal of Speech Technology » (Kluwer Academic Press) (1994-), membre de l'Executive Editorial Board du Journal « Language Resources and Evaluation » (Kluwer Academic Press) (2004-), membre du Comité éditorial de l'ouvrage « Spoken Multimodal Human-Computer Dialogue in Mobile Environments », Kluwer Academic Press (2003), membre du Comité éditorial de l'ouvrage « Evaluation of Text and Speech Systems » (Kluwer Academic Publishers) (2004), membre du comité éditorial de la collection « Text, Speech and Language Technology » (Kluwer Academic Press) (1995-), membre du Comité éditorial de la réédition de l'ouvrage « Survey of the State-of-the-Art in Human Language Technology » (CE-NSF) paru chez Cambridge University Press (2000-), éditeur de l'ouvrage « Traitement Automatique de la Langue Parlée » (en 2 volumes) (Hermès, collection IC2) (Juillet 2002) - Traduction anglaise en préparation (Hermès, 2005)
- H. Maynard a été membre du comité scientifique des conférences JEP'2004, LREC'2004, ICSLP'2004, et Interspeech'2005
- S. Rosset a été membre du comité scientifique de la conférence TALN'05 et relecteur pour la revue *Speech Communication*
- H. Schwenk a été membre du comité scientifique des conférences Eurospeech'2003, NIPS'2003, JEP'2004 et Interspeech'2005. Il est relecteur pour le journal *Machine Learning*

## Responsabilités institutionnelles et scientifiques

- A. Allauzen a été expert pour l'évaluation de propositions de projets pour l' ACI Masses de Données du Ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies
- M. Adda-Decker a été expert pour l'évaluation de propositions de projets pour l' ACI Masses de Données. Elle est membre élu du Conseil de Laboratoire du LIMSI depuis 2005
- G. Adda a été expert pour l'ACI Masses de Données, il est l'un des 8 experts de l'International Advisory Panel chargés d'évaluer les projets du programme hollandais/flamand STEVIN (2004-2007) sur les industries de la langue
- C. Barras a été expert pour l'évaluation de projet Technolangue, de l'appel ACI Masses de données et du réseau RIAM. Il est membre de la commission de spécialistes 27ème section de Paris XI depuis novembre 2002
- P. Boula de Mareuil a été co-animateur de l'évaluation de la synthèse de la parole au sein du projet Technolangue EVALDA. Membre du conseil d'administration de l'AFCP
- L. Devillers a été co-animateur de l'évaluation de la compréhension hors et en contexte de dialogue (MEDIA) au sein du projet Technolangue EVALDA. Elle est co-responsable du cours accès audio et interaction orale Homme-Machine du Master recherche en Informatique de PXI (2004/05), co-responsable des masters professionnels en Informatique de l'Université Paris XI (2004/05). Elle est également responsable d'un cours d'option de Master M1 sur la reconnaissance de la parole de PXI (2004/05)
- J.L. Gauvain est membre du conseil de laboratoire (depuis 2005) et du conseil de département Communication Homme-machine (depuis 2000) du LIMSI. Il est vice-président A de la commission de spécialistes 27ème section de l'université Paris XI. Il a été membre du « Darpa EARS » (Effective Affordable Reusable) Speech-to-Text Transcription committee (2002-2005). Il est

membre du « management board » du projet européen intégré TCStar et il y coordonne les activités sur la reconnaissance de la parole. Entre 2003 et 2005, il a été responsable pour le laboratoire des projets de recherche Audiosurf, EARS, TCStar, Coretex, et Amities

- J.J. Gangolf est membre du conseil de département CHM du LIMSI depuis 2003
- L. Lamel est membre de l'équipe de coordination du projet Chil pour lequel elle est responsable de la partie « Gender Issues » et est également co-responsable d'un workpackage. Elle assure enfin la liaison avec le projet TCStar. Elle a été membre du groupe de travail EU-NSF « Spoken-Word Digital Audio Collections » (réseau d'excellence Delos) (juillet 2001-jan 2005) et membre du groupe d'experts international advisory du « Swedish National Graduate School of Language Technology (2002-2005) ». Elle est experte scientifique pour l'évaluation « Mid-term » du « Competence Centre for Speech Technology, CTT the Royal Institute of Technology, KTH » de Stockholm. Elle a été membre nommé du conseil de laboratoire au LIMSI (2001-2004). Elle est membre nommé du conseil d'administration de l'AFCP
- F. Lefèvre a été membre de la commission de spécialistes 27<sup>ème</sup> section de Paris XI de novembre 2002 à décembre 2004. Il est membre élu du conseil d'administration de l'AFCP depuis 2001
- J. Mariani est membre de la commission de spécialistes en Informatique et Mathématiques de l'Université de Corté (1995-) et membre de la commission de spécialistes « Lettres et Sciences Humaines » de l'ENS-Lyon (2000-). Il est : Membre du Conseil Consultatif de l'Association Francophone pour la Communication Parlée depuis 2001 ; Membre du Conseil Consultatif de l'International Speech Communication Association (ISCA) (Life member) ; Président de l'European Language Resources Association (ELRA) (2002-2004) ; Membre de l'Advisory Committee de l'International Coordinating Committee on Speech Databases and speech I/O systems Assessment (Cocosda) depuis 2000 ; Membre de l'International Advisory Committee de l'ISO/TC 37/SC 4 « Language Resource Management » depuis 2002 ; Membre de l'Advisory Board du Language Technologies Institute de Carnegie Mellon University depuis 2005 ; Membre du Working Group ISTAG « Grand Challenges » pour la préparation du 7<sup>ème</sup> PCRD (2004) ; Rapporteur du « Science and Technology Forum on Multilingualism » (Luxembourg, juin 2005) ; Membre du Comité Scientifique du Centre de Compétence CTT-KTH (Stockholm) depuis 1995 ; Membre du Scientific Advisory Board de l'Austrian Academy Corpus depuis 2003 ; Evalueur de projet pour le Fonds National Suisse de la Science (2003) ; Referee pour le recrutement de chercheurs (CMU, Edinburgh University, EPFL, Université de Montréal). Dans le cadre de ses activités au ministère chargé de la recherche depuis 2000 : Membre du Conseil d'Administration de l'Agence Nationale des Fréquences (ANFr) depuis 2001 ; Membre du Conseil d'Administration de l'Observatoire des Sciences et Techniques (OST) depuis 2002 ; Membre suppléant du Conseil d'Administration de l'INRIA depuis 2002 ; Membre du Comité national de Métrologie du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE) depuis 2005 ; Membre du Conseil d'Administration de l'Institut Géographique National (IGN) depuis 2005 ; Membre du Comité d'Orientation et d'Evaluation Scientifique du CEA-LETI depuis 2002 ; Membre du Conseil d'Ecole ENST-Paris depuis 2001 ; Membre du Comité de Direction de Sup'Elec depuis 2001 ; Membre du Comité de Pilotage et de la Commission « Gestion des Incidents » du Plan Qualité du Ministère chargé de la Recherche depuis 2002 ; Membre du Comité de Pilotage de l'action Sirtech « Système d'information collaboratif pour la gestion et le pilotage scientifiques des projets FRT » (2003-2005) ; Représentant du Ministère de la recherche au Conseil Consultatif des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (CCSTIC) (2001-2004) ; Membre du Comité de Pilotage de l'étude CSTI « Comparaison internationale dans le domaine des TIC » depuis 2003 ; Membre des Bureaux Exécutifs des Réseaux de Recherche et d'Innovation Technologiques RNRT (Télécommunications), RNTL (Technologies du Logiciel), RMNT/R3N (Micro et nano-technologies / Nanosciences et Nanotechnologies), RIAM (Audiovisuel et Multimédia) depuis 2000 ; Membre des groupes de pilotage de l'évaluation du RNRT (2002), du RIAM, du RNTL (2004) et du RMNT depuis 2005 ; Membre du Comité d'administration du réseau national de grandes centrales de micro et nanotechnologies depuis 2002 ; Membre du Comité de Pilotage du programme « Nanosciences » (2002-2004) ; Membre du Comité de Pilotage de l'action « Usages de l'Internet » (2003-2004) ; Membre du Comité de Pilotage de l'action « Techno-Langue » depuis 2002 ; Membre du Comité de Pilotage de l'action « Techno-Vision » depuis 2003 ; Membre du Comité de Pilotage du rapport « Nomadisme et Mobilité » de la FING (2003) ; Membre du Comité de Pilotage du rapport « Confiance et Sécurité » de la FING (2004) ; Membre du Conseil scientifique du colloque « La physique dans la société contemporaine » du CNAM (2005) ; Membre du Conseil scientifique de la mission nationale de sauvegarde du patrimoine scientifique et technique contemporain depuis 2005 ; Membre du Groupe Technique National « Technologies pour la Société de l'Information » depuis 2001 ; Membre du Groupe de Travail « Réseaux d'Excellence IST » depuis 2002 ; Membre du « Mirror group » de la plate-forme SEASIDE depuis 2004 ; Président du Comité de préparation de l'ERA-Net « Lang-Net » depuis 2003 ; Membre du Comité de préparation de l'ERA-Net CESAR depuis 2004 ; Co-coordonateur TIC pour le Forum Franco-Allemand de Postdam (2005) ; Membre du Conseil des activités contractuelles du SAIC de l'Université Pierre et Marie Curie depuis 2003 ; Membre des Conseils d'Evaluation des programmes « Systèmes de renseignement et d'observation » et « Techniques spatiales » de la DGA/DCE depuis 2003 ; Membre du groupe de travail R&D du SGDN/CISSI depuis 2004 ; Membre de la sous-commission « Prospective et Technologie » du SGDN/CISSI depuis 2004 ; Membre du groupe de travail « Outils de veille » du SGDN/IE depuis 2004 ; Membre du groupe de travail « Traduction Automatique » du SGDN/IE depuis 2005
- H. Maynard est membre élue du département recherche de l'UFR d'informatique depuis 2003. Elle est membre du bureau du département informatique de l'IUT d'Orsay depuis septembre 2003. Elle

est membre suppléant du conseil d'administration de l'AFCP. Elle est membre nommé de la commission de spécialistes mathématiques et informatique de PARIS I Panthéon ASSAS depuis 2002

- Thomas Pellegrini a été représentant élu des doctorants à l'Ecole Doctorale Informatique de Paris XI d'octobre 2004 à octobre 2005
- S. Rosset est membre du conseil de département Communication Homme-Machine du LIMSI depuis 2002
- H. Schwenk a été expert pour l'évaluation du projet Technolanguage. Il est membre de la commission de spécialistes 27ème section de Paris XI depuis novembre avril 2005. Il est membre du conseil de département CHM du LIMSI depuis 2005 et membre élu du département recherche de l'UFR d'informatique depuis 2001. Il a été co-responsable des masters professionnels en Informatique de l'Université Paris XI (2004/05)

## Enseignement et diffusion des connaissances

### Activités ou responsabilités d'enseignement liées à la recherche

Les membres du groupe TLP interviennent dans les formations suivantes sur des sujets relatifs à leurs activités de recherche :

- Master recherche Informatique de l'Université Paris XI : « Accès Audio et Interaction Orale Homme-Machine » (A. Allauzen, C. Barras, L. Devillers, F. Lefèvre, H. Schwenk)
- Master recherche Informatique de l'Université Paris XI : responsabilité de l'UE de linguistique (P. Boula de Mareuil)
- Master recherche Informatique de l'Université Paris XI : cours sur le traitement statistique de l'information (C. Barras, F. Lefèvre, H. Schwenk)
- Master professionnel Informatique de l'Université Paris XI : « Extraction de connaissances dans les textes » (A. Allauzen)
- Master professionnel Informatique de l'Université Paris XIII : « Modélisation linguistique et indexation automatique de documents audiovisuels » (A. Allauzen)
- Master professionnel Informatique de l'Université Paris XI : « Traitement statistique de l'information » (C. Barras et H. Schwenk)
- Master professionnel Informatique de l'Université Paris XI : « Traitement du langage parlé » (L. Devillers et H. Schwenk)
- ENST, Formation continue, « Dialogue oral homme-machine, compréhension et gestion du dialogue » (H. Maynard, 2005)
- ENSTA : 3ème année du cycle d'ingénieur, module « Traitement de la parole » (M. Adda-Decker, C. Barras, L. Devillers, H. Schwenk) (2003-2005)

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
16/09/2002	16/09/2007			Vecsys Research	420 000 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat de prestations de service
04/11/2002	31/10/2009			Vecsys	135 950 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat de prestations de service
01/04/2000	31/03/2003	Coretex	IST	UE	339 671 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat avec la commission européenne
01/05/2001	21/11/2005	AMITIES	IST	UE	582 271 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat avec la commission européenne
01/08/2002	31/07/2003	TC-STAR-P	IP	UE	44 906 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat avec la commission européenne
01/01/2004	31/12/2006	CHIL	IP	UE	636 192 €	Lamel Lori	Contrat avec la commission européenne
01/01/2004	31/12/2007	HUMAINE	NOE	UE	123 400 €	Martin Jean-Claude	Contrat avec la commission européenne
01/04/2004	31/03/2007	TC-STAR	IP	UE	692 000 €	Gauvain Jean-Luc	Contrat avec la commission européenne
01/01/2001	31/12/2004	MIDL	Société de l'Information	CNRS	118 339 €	Adda-Decker Martine	Collaboration de recherche
10/06/2002	09/06/2006			DGA	-	Gauvain Jean-Luc	Collaboration de recherche
01/10/2002	30/05/2006	Audiosurf	MEFI	MEFI	140 800 €	Gauvain Jean-Luc	Collaboration de recherche
04/12/2002	01/04/2006	EVALDA	Technolangue	MENRT	66 798 €	Paroubek Patrick	Collaboration de recherche
01/09/2003	31/12/2004			Vecsys Research	75 000 €	Gauvain Jean-Luc	Collaboration de recherche
13/11/2003	12/11/2004			SAMU-SOCIAL DE PARIS	-	Devillers Laurence	Collaboration de recherche
01/01/2004	31/12/2005	VARCOM	TCAN	CNRS	8 000 €	Nguyen	Collaboration de recherche
09/04/2004	08/04/2007	Audiosurf		Vecsys		Gauvain Jean-Luc	Collaboration de recherche
01/10/2004	30/09/2007			Vecsys	52 196 €	Lamel Lori	Collaboration de recherche
01/12/2005	31/10/2007	PFC-COR	Prog non thématique	ANR	-	Adda-Decker Martine	Collaboration de recherche
28/02/2002	27/02/2007			INA	-	Gauvain Jean-Luc	Autre
01/01/2003	31/12/2005	EVALDA (ESTER)	Technolangue	ELDA	-	Gauvain Jean-Luc	Autre

## Production scientifique

### Thèses

1. Adda-Decker, M., *Contribution à la modélisation multilingue de la parole. Thèse d'Habilitation à diriger des Recherches, Université Paris-Sud/LIMSI., Orsay (2005).*
2. Allauzen, A., *Modélisation linguistique pour l'indexation automatique de documents audiovisuels. Thèse Doct Automatique et Traitement du Signal, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).*
3. de Kercadio, Y., *Traitement automatique des thèmes dans les corpus de parole. Thèse Doct Informatique, Université Paris*

Sud/LIMSI, Orsay (2003).

4. Lamel, L.F., *Traitement de la parole. Thèse d'Habilitation à diriger des Recherches, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay* (2004).

5. Lo, Y.Y., *Topic detection and tracking in audio documents. Thèse Doct Automatique et Traitement du Signal, LIMSI-CNRS. Université Paris Sud, Orsay* (2005).

## Publications dans des revues à comité de lecture

1. Adda-Decker, M., P. Boula de Mareuil, G. Adda, and L.F. Lamel, *Investigating syllabic structures and their variation in spontaneous French*. *Speech Communication*, 2005. **46**: 2, 119-139.

2. Allauzen, A. and J.-L. Gauvain, *Adaptation automatique du vocabulaire et du modèle de langage d'un système de transcription*. *Traitement Automatique des Langues*, 2003. **44**: 1, 11-31.

3. Devillers, L., L. Vidrascu, and L.F. Lamel, *Challenges in real-life emotion annotation and machine learning based detection*. *Neural Networks*, 2005. **18**: 4, 407-422.

4. Gauvain, J.-L. and L.F. Lamel, *Structuring broadcast audio for information access*. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, 2003. **2**: «Unstructured Information Management from Multimedia Data Sources», 140-150.

5. Gauvain, J.-L., G. Adda, L.F. Lamel, F. Lefèvre, and H. Schwenk, *Transcription de la parole conversationnelle*. *Traitement Automatique des Langues*, 2005. **45**: 3.

6. Goldman, J., S. Renals, S. Bird, F. de Jong, M. Federico, C. Fleischauer, L.F. Lamel, M. Kornbluh, D.W. Oard, F. Sebastiani, C. Stewart, and R. Wright, *Accessing the spoken word*. *International Journal of Digital Libraries*, 2005. **5**: 4, 287-298.

7. Lefèvre, F., J.-L. Gauvain, and L.F. Lamel, *Genericity and portability for task-independent speech recognition*. *Computer Speech and Language*, 2005. **19**: 3, 345-363.

8. Mariani, J.-J., *Developing language technologies with the support of language resources and evaluation programs*. *Language Resources and Evaluation*, 2005. **39**: 1, 35-44.

## Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Adda-Decker, M. and L.F. Lamel, *Dictionaries for multilingual speech processing*, in *Multilingual speech processing*, T. Schultz and K. Kirchhoff, Editors. 2005. Elsevier, London.

2. Bengio, Y., H. Schwenk, J.-S. Sénécal, F. Morin, and J.-L. Gauvain, *Neural Probabilistic Language Models*, in *Innovations in Machine Learning: Theory and Applications*, D. Holmes and L.C. Jain, Editors. 2005. Springer Verlag, Berlin.

3. Gauvain, J.-L. and L.F. Lamel, *Large vocabulary speech recognition based on statistical methods*, in *Pattern recognition in speech and language processing*, W. Chou and F. Juang, Editors. 2003. CRC Press, Washington, DC. 149-189.

4. Lamel, L.F. and J.-L. Gauvain, *Speech recognition*, in *OUP Handbook on computational linguistics*, R. Mitkov, Editor. 2003. Oxford University Press, Oxford, UK. 305-322.

5. Mariani, J.-J., *Contribution sur les technologies de l'information et de la communication*, in *Rapport d'activités ministériel 2002*. 2003. Ministère Délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Paris.

6. Mariani, J.-J., *Contribution sur les Technologies de l'Information et de la Communication*, in *Rapport d'activité ministériel 2004-2005*. 2005. Ministère de la Recherche, Paris.

## Conférences à comité de lecture<sup>26</sup>

1. Abrilian, S., J.-C. Martin, and L. Devillers. *A corpus-based approach for the modeling of multimodal emotional behaviors for the specification of embodied agents*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.

2. Abrilian, S., L. Devillers, S. Buisine, and J.-C. Martin. *EmoTV1 : annotation of real-life emotions for the specification of multimodal affective interfaces*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.

3. Adda-Decker, M., F. Antoine, P. Boula de Mareuil, I. Vasilescu, L.F. Lamel, J. Vaissière, E. Geoffrois, and J.S. Liénard. *Phonetic knowledge, phonotactics and perceptual validation for automatic language identification*. in *15th ICPHS. The 15th International Congress of Phonetic Sciences*. 2003. Barcelona, Spain. pp 747-750.

4. Adda-Decker, M., B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *A disfluency study for cleaning spontaneous speech automatic transcripts and improving speech language models*. in *DISS'03. Disfluency in Spontaneous Speech. ISCA Research Workshop*. 2003. Göteborg, Sweden. pp 67-70.

5. Adda-Decker, M. *A corpus-based decomposing algorithm for German lexical modeling in LVCSR*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.

6. Adda-Decker, M., B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *Une étude des disfluences pour la transcription automatique de la parole spontanée et l'amélioration des modèles de langage*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.

<sup>26</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque

7. Adda-Decker, M. and L.F. Lamel. *Do speech recognizers prefer female speakers?* in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 2205-2208.
8. Allauzen, A. and J.-L. Gauvain. *Construction automatique du vocabulaire d'un système de transcription*. in *JEP 2004. XXVes Journées d'Etudes sur la Parole. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah/Ecole Normale Supérieure de Fès/CNRS*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
9. Allauzen, A. and J.-L. Gauvain. *Diachronic vocabulary adaptation for broadcast news transcription*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
10. Allauzen, A. and J.-L. Gauvain. *Open vocabulary ASR for audiovisual document indexation*. in *ICASSP 2005. 2005 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2005. Philadelphia. pp 4.
11. Antoine, F., D. Zhu, P. Boula de Mareuil, and M. Adda-Decker. *Approches segmentales multilingues pour l'identification automatique de la langue : phones et syllabes*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
12. Barras, C. and J.-L. Gauvain. *Feature and score normalization for speaker verification of cellular data*. in *ICASSP'03. International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2003.IEEE*. 2003. Hong Kong, China. pp 4.
13. Barras, C., G. Adda, M. Adda-Decker, B. Habert, P. Boula de Mareuil, and P. Paroubek. *Automatic audio and manual transcripts alignment, time-code transfer and selection of exact transcripts*. in *LREC 2004. 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.
14. Barras, C., S. Meigner, and J.-L. Gauvain. *Unsupervised online adaptation for speaker verification over the telephone*. in *Odyssey 2004. The Speaker and Language Recognition Workshop*. 2004. Toledo, Spain. pp 4.
15. Bonneau-Maynard, H., S. Rosset, C. Ayache, A. Kuhn, and D. Mostefa. *Semantic annotation of the French media dialog corpus*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
16. Bonneau-Maynard, H. and F. Lefèvre. *A 2+1-level stochastic understanding model*. in *ASRU 2005. 2005 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop*. 2005. San Juan, Puerto Rico. pp 6.
17. Boula de Mareuil, P., M. Adda-Decker, and V. Gendner. *Liaisons in French : a corpus-based study using morpho-syntactic information*. in *15th ICPHS. The 15th International Congress of Phonetic Sciences*. 2003. Barcelona, Spain. pp 1329-1332.
18. Boula de Mareuil, P., G. Marotta, and M. Adda-Decker. *Contribution of prosody to the perception of Spanish/Italian accents*. in *SP 2004. International Conference Speech Prosody 2004*. 2004. Nara, Japan. pp 4.
19. Boula de Mareuil, P., B. Habert, F. Bénard, M. Adda-Decker, C. Barras, G. Adda, and P. Paroubek. *A quantitative study of disfluencies in French broadcast interviews*. in *DISS'05. Disfluency in Spontaneous Speech Workshop*. 2005. Aix en Provence, France. pp 6.
20. Candea, M., I. Vasilescu, and M. Adda-Decker. *Inter- and intra-language acoustic analysis of autonomous fillers*. in *DISS'05. Disfluency in spontaneous Speech Workshop*. 2005. Aix-en-Provence, France. pp 5.
21. Canseco, L., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Speaker diarization from speech transcripts*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
22. Canseco, L., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *A comparative study using manual and automatic transcriptions for diarization*. in *ASRU 2005. 2005 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop*. 2005. San Juan, Puerto Rico. pp 6.
23. Chen, L., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Transcribing Mandarin broadcast news*. in *ASRU'03. Automatic Speech Recognition Workshop.IEEE*. 2003. Saint Thomas. Poster.
24. Chen, L., J.-L. Gauvain, L.F. Lamel, and G. Adda. *Unsupervised language model adaptation for broadcast news*. in *ICASSP'03. International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2003.IEEE*. 2003. Hong Kong, China. pp 4.
25. Chen, L., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Lightly supervised acoustic model training using consensus networks*. in *ICASSP 2004. 2004 IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing*. 2004. Montreal, Quebec. pp 4.
26. Chen, L., J.-L. Gauvain, L.F. Lamel, and G. Adda. *Dynamic language modeling for broadcast news*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
27. Clavel, C., I. Vasilescu, L. Devillers, and T. Ehrette. *Fiction database for emotion detection in abnormal situations*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
28. Clerc-Renaud, J., I. Vasilescu, M. Candea, and M. Adda-Decker. *Etude acoustique et perspective des hésitations autonomes multilingues*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
29. Déchelotte, D., H. Schwenk, J.-L. Gauvain, O. Galibert, and L.F. Lamel. *Investigating translation of parliament speeches*. in *ASRU 2005. 2005 IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop*. 2005. San Juan, Puerto Rico. pp 6.
30. Devillers, L., L.F. Lamel, and I. Vasilescu. *Emotion detection in task-oriented dialogs*. in *ICME'03. International Conference on Multimedia & Expo.IEEE*. 2003. Baltimore. pp 4.
31. Devillers, L., I. Vasilescu, and L. Vidrascu. *Anger versus fear detection in recorded conversations*. in *SP 2004. International Conference Speech Prosody 2004*. 2004. Nara, Japan. pp 4.
32. Devillers, L., H. Maynard, S. Rosset, P. Paroubek, J.Y. Antoine, F. Bechet, C. Bousquet, O. Bontron, L. Charnay, R. Choukri, K. McTait, L. Romary, M. Vergnes, and N. Vigouroux. *The French MEDIA/EVALDA project : the evaluation of the*

- understanding capability of spoken language dialogue systems. in *LREC 2004. 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.
33. Devillers, L. and I. Vasilescu. *Reliability of lexical and prosodic cues in two real-life spoken dialog corpora*. in *LREC 2004. 4th International Conference on Language Resources and Evaluation*. 2004. Lisbon, Portugal. pp 4.
34. Devillers, L. and I. Vasilescu. *Détection des émotions à partir d'indices lexicaux, dialogiques et prosodiques dans le dialogue oral*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
35. Devillers, L., S. Abrilian, and J.-C. Martin. *Representing real-life emotions in audiovisual data with non basic emotional patterns and context features*. in *ACII'2005. 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction*. 2005. Beijing, China. pp 8.
36. Douglas-Cowie, E., C. Devillers, J.-C. Martin, R. Cowie, S. Savvidou, S. Abrilian, and C. Cox. *Multimodal databases of everyday emotion : facing up to complexity*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
37. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *Human-computer dialog system in an open domain*. in *MLMI'05. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms*. 2005. Edinburgh, Scotland. Poster.
38. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *Ritel : an open-domain, human-computer dialog system*. in *Eurospeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
39. Galibert, O., G. Illouz, and S. Rosset. *RITEL : dialogue homme-machine à domaine ouvert*. in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 439-444.
40. Gauvain, J.-L., L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, L. Chen, and F. Lefèvre. *Conversational telephone speech recognition*. in *ICASSP'03. International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2003.IEEE*. 2003. Hong Kong, China. pp 4.
41. Gauvain, J.-L., A. Messaoudi, and H. Schwenk. *Language recognition using phone lattices*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
42. Gauvain, J.-L., G. Adda, L.F. Lamel, F. Lefèvre, and H. Schwenk. *Transcription de la parole conversationnelle*. in *JEP 2004. XXVes Journées d'Etudes sur la Parole. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah/Ecole Normale Supérieure de Fes/CNRS*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
43. Gauvain, J.-L., A. Messaoudi, and H. Schwenk. *Improving language recognition using phone lattices*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 2.
44. Gauvain, J.-L., G. Adda, M. Adda-Decker, A. Allauzen, V. Gendner, L.F. Lamel, and H. Schwenk. *Where are we in transcribing French broadcast news?* in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 1665-1668.
45. Gendrot, C. and M. Adda-Decker. *Analyses formantiques automatiques de voyelles orales : évidence de la réduction vocalique en langues française et allemande*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 6.
46. Gendrot, C. and M. Adda-Decker. *Impact of duration on F1/F2 formant values of oral vowels : an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 2453-2456.
47. Lamel, L.F., J.-L. Gauvain, G. Adda, M. Adda-Decker, L. Canseco, L. Chen, O. Galibert, A. Messaoudi, and H. Schwenk. *Speech transcription in multiple languages*. in *ICASSP'04. International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2004. Montreal, Quebec. pp III 757- III 760.
48. Lamel, L.F. and J.-L. Gauvain. *Alternate phone models for CTS*. in *Darpa Rt 04*. 2004. Palisades NY.
49. Lamel, L.F., H. Schwenk, J.-L. Gauvain, G. Adda, and E. Bilinski. *Improvements in transcribing lectures and seminars*. in *MLMI'05. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms*. 2005. Edinburgh, Scotland. pp 2.
50. Lamel, L.F., G. Adda, E. Bilinski, and J.-L. Gauvain. *Transcribing lectures and seminars*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
51. Lamel, L.F. and J.-L. Gauvain. *Alternate phone models for conversational speech*. in *ICASSP 2005. 2005 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2005. Philadelphia. pp 4.
52. Lamotte, M., M. Manzini, C. Pelachaud, S. Abrilian, J.-C. Martin, and L. Devillers. *Contextual factors and adaptive multimodal human-computer interaction : multi-level specification of emotion and expressivity in embodied conversational agents*. in *CONTEXT 05. The Fifth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context*. 2005. Paris, France. pp 14.
53. Lefèvre, F., J.-L. Gauvain, and L.F. Lamel. *Multi-source training and adaptation for generic speech recognition*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
54. Liénard, J.S. and M. Adda-Decker. *Indices prosodiques caractérisant un style d'élocution et ses variations individuelles*. in *MIDL 2004. Colloque Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines*. 2004. Paris, France. pp 6.
55. Lo, Y.Y. and J.-L. Gauvain. *Tracking topics in broadcast news data*. in *Workshop on Multilingual Spoken Document Retrieval. International Speech Communication Association*. 2003. Hong Kong, China. pp 5.

56. \* Mariani, J.-J. *Language technologies and the European Research Area (ERA) : let's join forces!* in *LangTech'03 Conference*. 2003. Paris, France.
57. \* Mariani, J.-J. *Speech technology : from pre-history to history*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal.
58. Martin, J.-C., L. Devillers, S. Abrilian, M. Lamolle, M. Mancini, and C. Pelachaud. *Levels of representation in the annotation of emotion for the specification of expressivity in ECAs*. in *IVA'05. The 5th International Working Conference on Intelligent Virtual Agents*. 2005. Kos, Greece. pp 9.
59. Martin, J.-C., S. Abrilian, and L. Devillers. *Annotating multimodal behaviors occurring during non basic emotions*. in *ACII'2005. 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction*. 2005. Beijing, China. pp 8.
60. Maynard, H., K. McTait, D. Mostefa, L. Devillers, S. Rosset, P. Paroubek, C. Bousquet, K. Choukri, J. Goulian, J.Y. Antoine, F. Bechet, O. Bontron, L. Charnay, L. Romary, M. Vergnes, and N. Vigouroux. *Constitution d'un corpus de dialogue oral pour l'évaluation automatique de la compréhension hors et en contexte du dialogue*. in *JEP 2004. Journées d'Etude sur la Parole 2004*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
61. McTait, K. and M. Adda-Decker. *The 300k LIMSI German broadcast news transcription system*. in *EUROSPEECH 2003. 8th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2003. Geneva, Switzerland. pp 4.
62. Messaoudi, A., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Transcription of arabic broadcast news*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
63. Messaoudi, A., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Modeling vowels for arabic BN transcription*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
64. Prasad, R., S. Matsoukas, C.L. Kao, J.Z. Ma, D.X. Xu, T. Colthurst, O. Kimball, R. Schwartz, J.-L. Gauvain, L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, and F. Lefèvre. *The 2004 BBN/LIMSI 20xRT English conversational telephone speech recognition system*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
65. Rosset, S. and L.F. Lamel. *Automatic detection of dialog acts based on multi-level information*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
66. Rosset, S. and D. Tribout. *Détection automatique d'actes de dialogue*. in *TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 283-292.
67. Rosset, S. and D. Tribout. *Multi-level information and automatic dialog acts detection in human-human spoken dialogs*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
68. Schwartz, R., T. Colthurst, N. Duta, H. Gish, R. Iyer, C.L. Kao, D. Liu, O. Kimball, J. Ma, J. Makhoul, S. Matsoukas, L. Nguyen, M. Noamany, R. Prasad, B. Xiang, D.X. Xu, J.-L. Gauvain, L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, and L. Chen. *Speech recognition in multiples languages and domains : the 2003 BBN/LIMSI ears systems*. in *ICASSP'04. International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. 2004. Montreal, Quebec. pp III 753-III 756.
69. Schwenk, H. and J.-L. Gauvain. *Using continuous space language models for conversational speech recognition*. in *Workshop on Spontaneous Speech Processing and Recognition. IEEE*. 2003. Tokyo, Japan. pp 4.
70. Schwenk, H. and J.-L. Gauvain. *Neural network language models for conversational speech recognition*. in *Interspeech 2004-ICSLP. 8th International Conference on Spoken Language Processing*. 2004. Jeju Island, Korea. pp 4.
71. Schwenk, H. *Efficient training of large neural networks for language modeling*. in *JEP 2004. XXVes Journées d'Etudes sur la Parole. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah/Ecole Normale Supérieure de Fes/CNRS*. 2004. Fès, Maroc. pp 4.
72. Schwenk, H. and J.-L. Gauvain. *Using neural network language models for LVCSR*. in *Darpa Rt 04*. 2004. Palisades NY.
73. Schwenk, H. and J.-L. Gauvain. *Building continuous space language models for transcribing European languages*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
74. Schwenk, H. and J.-L. Gauvain. *Training neural network language models on very large corpora*. in *HLT/EMNLP 2005. Joint Human Language Technology Conference and Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. 2005. Vancouver, Canada. pp 201-208.
75. Vasilescu, I., M. Candea, and M. Adda-Decker. *Hésitations autonomes dans 8 langues : une étude acoustique et perceptive*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 2.
76. Vasilescu, I., M. Candea, and M. Adda-Decker. *Perceptual salience of language-specific acoustic differences in autonomous fillers across eight languages*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 1773-1776.
77. Vidrascu, L. and L. Devillers. *Detection of real-life emotions in call centers*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
78. Vidrascu, L. and L. Devillers. *Annotation and detection of blended emotions in real human-human dialogs recorded in a call center*. in *ICME 2005. IEEE International Conference on Multimedia & Expo*. 2005. Amsterdam, The Netherlands. pp 4.
79. Vidrascu, L. and L. Devillers. *Real-life emotions representation and detection in call centers*. in *ACII'2005. 1st International Conference on Affective Computing & Intelligent Interaction*. 2005. Beijing, China. pp 8.
80. Zhu, D., F. Antoine, and M. Adda-Decker. *Modélisations acoustiques multilingues et structurations syllabiques pour l'IAL*. in *MIDL 2004. Colloque «Identification des langues et des variétés dialectales par les humains et les machines»*. 2004. Paris, France. pp 2.

81. Zhu, X., C. Barras, S. Meignier, and J.-L. Gauvain. *Combining speaker identification and bic for speaker diarization*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 4.
82. Zhu, D., M. Adda-Decker, and F. Antoine. *Different size multilingual phone inventories and context-dependent acoustic models for language identification*. in *Interspeech 2005. 9th European Conference on Speech Communication and Technology*. 2005. Lisbon, Portugal. pp 2833-2836.
83. Zhu, X., C.C. Leung, C. Barras, L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Speech activity detection and speaker identification for CHIL*. in *MLM'05. 2nd Joint Workshop on Multimodal Interaction and Related Machine Learning Algorithms*. 2005. Edinburgh, Scotland. pp 2.

## Revue sans comité de lecture

1. Mariani, J.-J. and K. Choukri, *Letter from the president and the CeO of ELRA*. ELRA Newsletter, 2003. **8** (2): p.2, April-June 2003.
2. Mariani, J.-J. and K. Choukri, *Letter from the president and the CeO of ELRA*. ELRA Newsletter, 2003. **8** (1): p.2, January-March 2003.

## Congrès sans actes, workshops

1. Barras, C., X. Zhu, S. Meigner, and J.-L. Gauvain. *Improving speaker diarization*. Darpa Rt 04 2004. Palisades NY.
2. Canseco, L., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *Towards using STT for broadcast news speaker diarization*. Darpa Rt 04 2004. Palisades NY.
3. Gauvain, J.-L., L.F. Lamel, H. Schwenk, and G. Adda. *Experiments with Fisher data*. DARPA EARS STT Dec'03 Workshop 2003. Saint Thomas.
4. Gauvain, J.-L., L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, and L. Chen. *CTS progress at LIMSI*. DARPA/NIST RT 03 Workshop 2003. Boston.
5. Gauvain, J.-L., L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, and L. Chen. *Speech-to-text research at LIMSI*. EARS Mid Year Workshop 2003. Berkeley.
6. Gauvain, J.-L., L.F. Lamel, G. Adda, L. Chen, and H. Schwenk. *The LIMSI RT03 BN systems*. DARPA/NIST RT 03 Workshop 2003. Boston.
7. Lamel, L.F. *Transcription of broadcast news*. NATO RSG10 Working Group 2003. September 10.
8. Lamel, L.F., J.-L. Gauvain, L. Chen, and G. Adda. *Training acoustic models with TDT*. DARPA EARS STT Sep'03 Workshop 2003. Martigny, Switzerland.
9. Lamel, L.F. and J.-L. Gauvain. *Linguistic data : fast transcription*. DARPA/NIST RT 03 Workshop 2003. Boston.
10. Lamel, L.F., A. Messaoudi, L. Chen, and J.-L. Gauvain. *Transcription in Arabic and Mandarin*. DARPA EARS STT Dec'03 Workshop 2003. Saint Thomas.
11. Messaoudi, A., L.F. Lamel, and J.-L. Gauvain. *The LIMSI RT-04 BN arabic system*. Darpa Rt04 2004. Palisades NY.
12. Nguyen, L., S. Abdou, M. Afify, J. Makhoul, S. Matsoukas, R. Schwartz, B. Xiang, L.F. Lamel, J.-L. Gauvain, G. Adda, H. Schwenk, and F. Lefèvre. *The 2004 BBN/LIMSI 10xRT english broadcast news transcription system*. Darpa Rt04 2004. Palisades NY.
13. Prasad, R., S. Matsoukas, C.L. Kao, J. Ma, D.X. Xu, T. Colthurst, G. Thattai, O. Kimball, R. Schwartz, J.-L. Gauvain, L.F. Lamel, H. Schwenk, G. Adda, and F. Lefèvre. *The 2004 BBN/LIMSI 20xRT English conversational telephone speech system*. Darpa Rt04 2004. Palisades NY.

## Communications institutionnelles

1. Mariani, J.-J. *Language technologies and the European Research Area (ERA) : let's join forces!* in *Workshop Tecnologia della Lingua : Strategie, Politica e Mercato*. 2003. Florence, Italy.
2. Mariani, J.-J. *Language technologies and the European Research Area (ERA) : let's join forces!* in *Language and Communication Technologies Workshop*. 2003. Trento, Italy.
3. Mariani, J.-J. *Language technologies and the European Research Area (ERA) : let's join forces!* in *France-Norway Meeting*. 2003. Oslo, Norway.
4. Mariani, J.-J. *Language technologies and the European Research Area (ERA) : let's join forces!* in *France-Norway Meeting*. 2003. Trondheim, Norway.
5. Mariani, J.-J. *Support to ICT in France*. in *France-Norway Meeting*. 2003. Oslo, Norway.
6. Mariani, J.-J. *Les réseaux de recherche et d'innovation technologiques : un outil du partenariat recherche-industrie en France*. in *Séminaire Franco-Tunisien «Innovation et TIC»*. 6-8 Octobre 2003. 2003.
7. Mariani, J.-J. *Opening address*. in *SoC'2003 : Smart Objects Conference*. 2003. Grenoble, France.
8. Mariani, J.-J. *Opening address*. in *LangTech'03 Conference*. 2003. Paris, France.
9. Mariani, J.-J. *Discours d'ouverture*. in *Journées RMNT 2003*. 2003. Lille, France.
10. Mariani, J.-J. *Discours d'ouverture*. in *Journées RIAM 2003*. 2003. Marseille, France.

11. Mariani, J.-J. *Discours d'ouverture*. in *Journées RNTL 2003*. 2003. Grenoble, France.
12. Mariani, J.-J. *Programme ERA-NET, espace européen de la recherche en technologies de la langue dans le 6ème PCRD* 2003. Paris, France.
13. Mariani, J.-J. *Supporting language technologies for a multilingual Europe*. in *Nordic LT Research Program seminar*. 2005. Joensuu, Finland.
14. Mariani, J.-J. *Language technologies for a multilingual Europe : setting the scene*. in *Science and Technology Forum on Multilingualism*. 2005. Luxembourg, Luxembourg.
15. Mariani, J.-J. *Techno-langue et techno-vision*. in *Séminaire DGA «Le traitement de la parole et du langage : état de l'art, projets DGA et perspectives*. 2005.
16. Mariani, J.-J. *Les technologies de la langue pour une europe multilingue*. in *Colloque Lexi-Praxi*. 2005. Paris, France.
17. Mariani, J.-J. *Evaluation for human interface technologies (discours d'inauguration)*. in *CELCT*. 2005. Trento, Italy.
18. Mariani, J.-J. *French research policy for virtual reality*. in *Workshop Intuition*. 2005. Senlis, France.
19. Mariani, J.-J. *L'importance de l'évaluation pour la recherche technologique*. in *Workshop Technolange-Technovision*. 2005. Clermont-Ferrand, France.
20. Mariani, J.-J. and E. Geoffrois. *Techno-vision : technologies duales et évaluation*. in *Rencontre DGA et recherche scientifique / colloque de la MRIS-DGA*. 2005. Paris, France.
21. Mariani, J.-J., M. Comberousse, and P. Estrailier. *Ouverture de la journée Techno-Vision*. in *Journée Techno-Vision*. 2005. Paris, France.
22. Mariani, J.-J. *Supporting language technologies for multilingualism*. in *KTH Research challenges in speech technology seminar*. 2005. Stockholm, Sweden.

PATRICK PAROUBEK

## Objectif

L'action transversale COPTE fait le lien entre deux domaines du Traitement Automatique du Langage Naturel : d'une part la reconnaissance de la parole et d'autre part, l'analyse de l'écrit. COPTE a débuté en août 2004 suite à la fusion de deux actions transversales complémentaires du département Communication Homme-Machine du LIMSI : Archimed et CORVAL. Les objectifs d'Archimed, qui avait débuté en 2001, étaient de croiser les expériences acquises dans le traitement de l'oral avec celles provenant du traitement de l'écrit. De son côté, l'action CORVAL qui avait vu le jour en octobre 1997, s'efforçait de renforcer la coopération scientifique et technique entre les équipes qui utilisent des corpus pour leur recherche, en particulier pour l'évaluation des systèmes à composante langagière.

Les activités courantes de COPTE concernent deux aspects principaux :

- 1) la participation de différentes équipes du LIMSI (TLP, LIR, PS) dans les campagnes d'évaluation du programme TECHNOLANGUE du Ministère Délégué à la Recherche
- 2) l'étude de la réunion de ressources linguistiques apparentées (des enregistrements audio et leurs différentes transcriptions) avec les techniques de transcription automatique de la parole pour produire automatiquement des transcriptions enrichies (d'annotations complémentaires comme les tours de parole, l'identité des locuteurs, les entités nommées et les disfluences etc.) exactes et de bonne qualité.

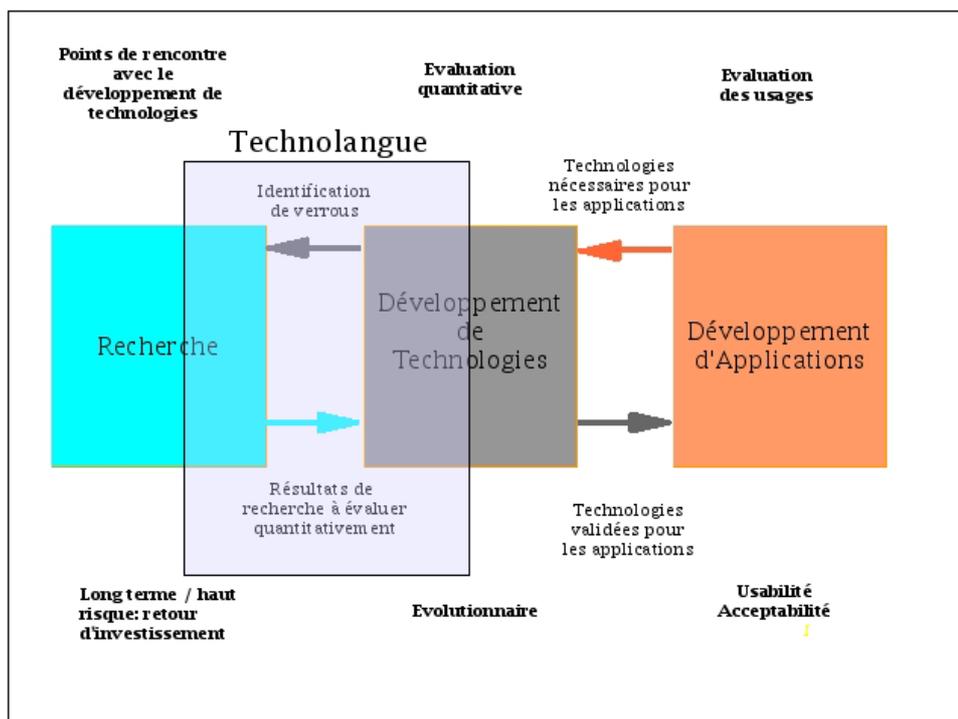
## Description

TECHNOLANGUE a pour objectifs le développement d'une infrastructure nationale pour l'évaluation des systèmes à composante langagière, l'amélioration de l'offre en logiciels libres pour le traitement du langage naturel et la promotion de l'utilisation des standards. Toutes ces activités sont des points clés pour le développement des technologies de la communication Homme-Machine. Dans cette optique, le LIMSI participe à 5 campagnes d'évaluation sur le traitement de la langue française : ESTER, EQUER, MEDIA, EVASY, EASY, qui ont débuté il y a 3 ans dans le cadre du projet EVALDA du programme TECHNOLANGUE.

- 1) ESTER concerne l'évaluation de transcription automatique enrichie de parole (TLP)
- 2) EQUER traite de l'évaluation d'extraction d'information à partir de l'écrit (LIR)
- 3) MEDIA évalue la compréhension du langage dans les systèmes de dialogue (TLP, LIR)
- 4) EVASY s'occupe de l'évaluation de la synthèse de la parole (PS)
- 5) EASY est une campagne d'évaluation des analyseurs syntaxiques du français (LIR).

Le LIMSI est un participant dans les quatre premières campagnes et co-organisateur avec ELDA dans la dernière.

Le développement du paradigme d'évaluation comme TECHNOLANGUE le propose est essentiel au développement de l'ingénierie linguistique aussi bien en ce qui concerne le traitement de l'écrit que celui de l'oral. Ce paradigme d'évaluation implique le développement de mesures d'évaluation communes et bien documentées ainsi que l'existence de ressources linguistiques de qualité pour l'entraînement des systèmes et leur évaluation. L'évaluation apporte une meilleure compréhension des inconvénients et des avantages des différentes approches, méthodes et systèmes, qui sont discutés entre les acteurs du domaine à la lumière des performances mesurées, lors des ateliers qui clôturent les campagnes d'évaluation. La multilingualité est un point qui devient incontournable lorsque l'on déploie le paradigme d'évaluation dans un contexte international, en particulier dans le contexte européen de la société de l'information. Aux États-Unis, le paradigme d'évaluation est largement utilisé par le DARPA et le NIST dans des programmes dont certains remontent à 1987, essentiellement sur l'anglais américain. Plus récemment, ces programmes se sont ouverts aux autres langues (par ex. TREC, la campagne de recherche d'information est devenue multilingue). Participer à la promotion du déploiement du paradigme d'évaluation en Europe, en particulier dans le but de proposer la mise en place d'une infrastructure d'évaluation dans le cadre du prochain programme cadre de la Communauté Européenne est un des objectifs à long terme de l'action COPTE.

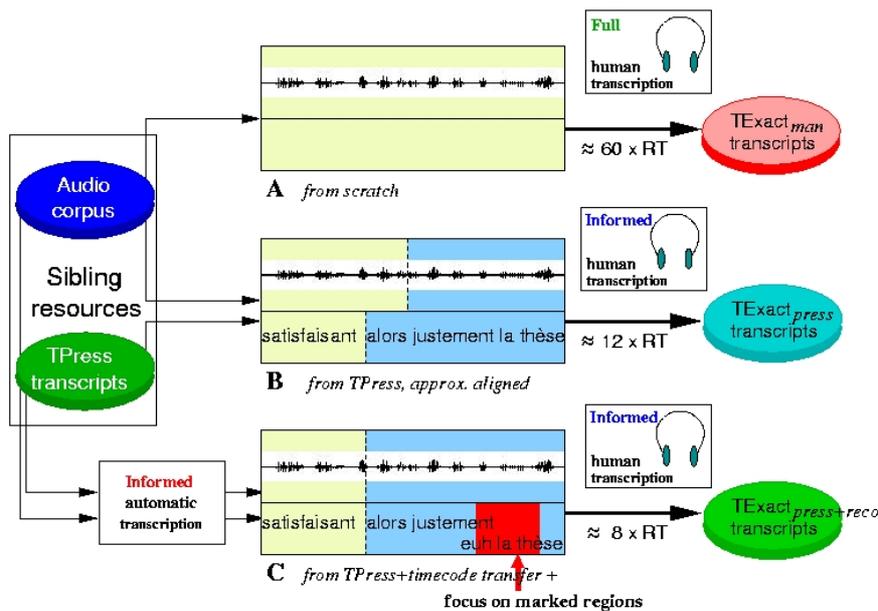


À plus court terme, les activités actuelles de COPTE concernent l'étude de la combinaison des techniques du traitement de la Parole avec celles de l'écrit sur des ressources apparentées. Nous utilisons des transcriptions réalisées à destination de la presse, de débats politiques et d'interviews télévisées, afin d'améliorer la qualité de la transcription automatique enrichie. COPTE a porté plus particulièrement son attention sur le traitement des disfluences (répétitions, révisions, pauses remplies, etc.) dans un corpus de 10 heures d'émissions télévisées des années 90.

Pendant chaque émission, un homme politique ou une personnalité publique est interviewée par plusieurs journalistes et des transcriptions sont mises à destination de la presse. Ces transcriptions ne sont pas des transcriptions au mot près de ce qui a été dit ; le but est de retranscrire l'intention du locuteur plutôt que ses paroles exactes. En particulier, les hésitations, reformulations, et les amorces sont systématiquement omises ou reformulées. Néanmoins, ces transcriptions restent suffisamment proches de ce qui a été dit pour pouvoir être utilisées à des fins de citation.

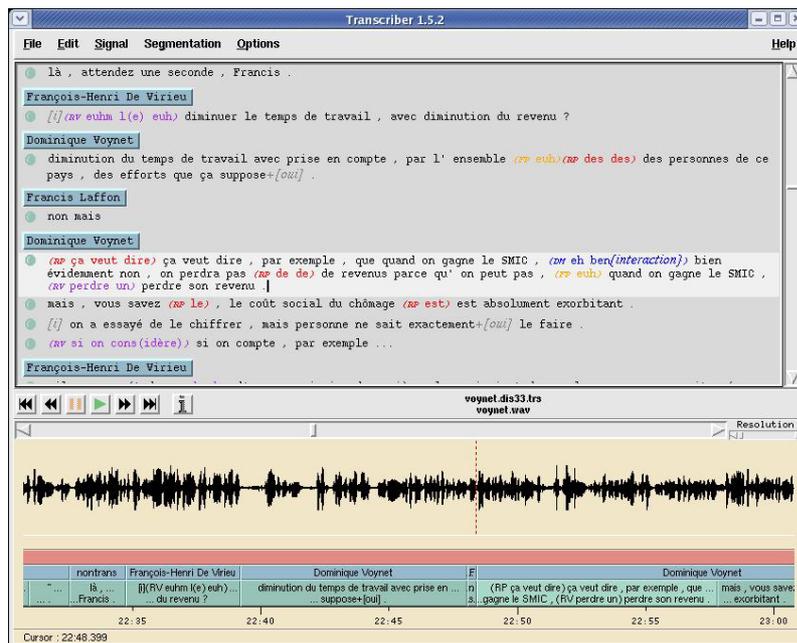
Rappelons que l'un des buts que l'on cherche à atteindre dans le domaine de la transcription automatique de la parole est la production de transcription débarrassée des disfluences de l'oral. Développer des méthodes et formalismes pour l'annotation des disfluences est une première étape vers la mise en place de campagnes d'évaluation telles que celles organisées par le NIST en ce qui concerne les transcriptions enrichies. Le matériau produit par des systèmes de transcription enrichie -c'est à dire sans disfluence et segmenté en tronçons d'information courts et complets- peut être un matériau extrêmement utile pour des traitements d'extraction de contenu.

Dans nos expériences, nous avons d'abord aligné les transcriptions à destination de la presse avec le signal de parole. Ensuite, 10% du corpus a été corrigé à la main (10 000 mots) pour fournir une transcription fidèle (contenant tous les événements audibles).



De haut en bas, les différentes manières de produire une transcription exacte du signal audio : (A) à partir du seul signal audio : 60 fois le temps réel ; (B) en utilisant des ressources écrites apparentées : 12 fois le temps réel ; (C) à partir de transcriptions automatiques informées : 8 fois le temps réel)

Nous avons utilisé les consignes d'annotation des disfluences développées par le Linguistic Data Consortium. Une particularité des débats politiques ou des interviews de controverse est la lutte relativement fréquente pour la prise de parole parmi les invités. Les segments de parole superposée et les disfluences y sont donc communes et bien évidemment notre corpus n'échappe pas à cette règle. Nous avons classé les disfluences en : « pauses remplies » (mots comme « euh »), marqueurs discursifs, marques d'édition du locuteur concernant ses propres paroles, a parte, répétitions, révisions, amorces...



Vue d'écran du logiciel Transcriber avec un extrait de transcription audio exacte vérifiée manuellement et complété d'annotations pour les événements propres à l'oral spontané

## Résultats et perspectives

Notre étude montre que les pauses remplies peuvent apparaître n'importe où. Plus précisément, 35% des pauses remplies apparaissent à une frontière de phrase introduite par un point final (14%) où à une frontière majeure dans la phrase, indiquée par une virgule (21%). Pour les 65% de pauses remplies restants, la donne la distribution des contextes droite et gauche les plus fréquents, pris indépendamment. Même au milieu d'une phrase, les pauses remplies précèdent fréquemment les déterminants ou les prépositions et ils auraient plutôt tendance à suivre une conjonction ou une préposition. Cette asymétrie nous laisse à penser que l'on évite d'employer les pauses remplies dans les syntagmes nominaux, particulièrement entre un déterminant et un nom ; dans ces cas, d'autres mécanismes de l'oral sont utilisés comme l'allongement de la syllabe finale ou des répétitions.

Les répétitions et les révisions partagent des traits en communs : d'abord elles concernent 1 ou 2 mots en moyenne, et il existe une forte corrélation (0.8) parmi les locuteurs entre leurs décomptes de répétitions et de révisions. Les locuteurs qui produisent beaucoup de répétitions ont aussi tendance à faire beaucoup de révisions.

Deuxièmement, les répétitions et les révisions les plus fréquentes ont tendance à concerner des mots-outils monosyllabiques : « de » (72 répétitions et 45 révisions), le (40 répétitions et 39 révisions), etc.

Pour tous les locuteurs, aux deux premières places et dans le même ordre, nous trouvons des mots très fréquents en français. La forme « le » est beaucoup plus souvent un déterminant qu'un pronom, même si rien n'empêche un pronom sujet comme « je » d'être l'un des mots répétés ou révisés les plus fréquents.

Dans la Table 2, la plupart des mots sont communs aux révisions et aux répétitions. Ce n'est pas surprenant si nous acceptons l'interprétation suivante : dans le processus de sélection lexicale, un mot amorce comme l'article masculin singulier « le » du français (ou « the » prononcé [Di:] en anglais) peut être répété s'il s'accorde grammaticalement avec ce qui suit et révisé sinon. Le fait qu'il y ait plus de noms masculins que de noms féminins en français (16000 contre 12000 dans le dictionnaire BDLEX) ne semble pas être un argument suffisant pour expliquer pourquoi « le » surpasse de beaucoup en fréquence « la » aussi bien pour les répétitions que pour les révisions.

Par contre, la conjonction « et » n'est presque jamais utilisée lors de révisions et se trouve essentiellement présente lors de répétitions. Une inspection de la partie droite de Table 1 montre que les mots qui suivent le plus fréquemment des mots étiquetés comme faisant partie d'une révision sont : « d' » et « l' ». Il s'agit justement des formes abrégées des mots les plus fréquents des révisions (« de » et « le »). Cela signifie que les schémas de révisions les plus fréquents sont de la forme : « de d' » devant un mot commençant par une voyelle.

Nous avons ensuite « la » (plus fréquent que « le »), ce qui est en accord avec ce que nous avons vu jusqu'à présent. Ensuite, la présence de « vous » ou « on » est étonnante puisque ces pronoms personnels sont absents de la Table 2. Ils représentent vraiment des ruptures syntaxiques après un syntagme dont l'énonciation a été abandonnée.

Pause remplie, contexte gauche			Pause remplie, contexte droit			Révision, contexte droit		
Mot	#	%	Mot	#	%	Mot	#	%
que	40	4,2	de	53	5,5	d'	34	4,7
et	27	2,8	la	41	4,3	l'	30	4,1
pour	26	2,7	des	38	4,0	la	29	4,0
de	21	2,2	les	33	3,4	vous	25	3,4
avec	19	2,0	l'	26	2,7	de	23	3,2
à	13	1,4	le	23	2,4	on	21	2,9
qui	12	1,3	un	21	2,2	le	19	2,6

Table 1 : Distribution des contextes les plus fréquents, considérés indépendamment, pour les pauses remplies et les révisions. Les pourcentages en fréquence et les décomptes d'occurrence des mots rencontrés le plus souvent dans les contextes de disflue sont donnés.

Marqueur de discours			Répétitions			Révisions		
Mot	#	%	Mot	#	%	Mot	#	%
<i>et</i>	214	9,8	<i>de</i>	72	43	<i>de</i>	45	22
<i>alors</i>	141	6,5	<i>le</i>	40	24	<i>le</i>	39	19
<i>je crois que</i>	50	2,3	<i>et</i>	33	20	<i>à</i>	15	7
<i>mais</i>	44	2,0	<i>je</i>	29	17	<i>que</i>	14	7
<i>donc</i>	36	1,6	<i>un</i>	23	14	<i>la</i>	13	6
<i>éh bien</i>	33	1,5	<i>à</i>	23	14	<i>les</i>	11	5
<i>hein</i>	32	1,5	<i>les</i>	23	14	<i>je</i>	11	5

Table 2: Les mots les plus souvent impliqués dans une disflue (marqueur discursif, répétitions et révisions). La table donne les nombres d'occurrences et les pourcentages de fréquence pour les mots les plus fréquents.

Malgré la taille de notre corpus, les conclusions que nous allons tirer dépendent du genre du corpus, ici les interviews télévisées, et profiteraient d'une comparaison avec d'autre forme de parole conversationnelle. En gardant cette fin à l'esprit, nous avons comparé les probabilités des marqueurs discursifs comme « je crois que » ou « je pense que » avec ce que nous trouvons dans d'autres corpus de transcriptions à grain fin en français - journaux télévisés (3.6millions de mots) et conversation téléphonique (1 million de mots). Nous remarquons que pour les interviewés, les valeurs que nous mesurons sont proches de celles estimées pour la parole conversationnelle, alors que pour les journalistes, nous sommes sous le seuil estimé pour les journaux télévisés.

Dans un avenir proche, nous prévoyons d'étudier la relation qui existe entre les disfluences et les tours de parole, la position des disfluences au sein des unités phrastiques ainsi que l'influence que la lutte pour la prise de parole a sur l'apparition des disfluences.

L'étude que nous avons entreprise ne pourrait que profiter d'être mise en relation avec l'étude des mouvements oculaires et des gestes corporels présents sur les enregistrements vidéo, puisqu'il s'agit d'enregistrements télévisuels. Les méthodes d'adaptation de lexique d'interpolation de modèles de langage qui utilisent des ressources écrites liées a priori aux enregistrements télévisuels permettent déjà d'obtenir des taux d'erreur de reconnaissance relativement bas. Mais la prise en compte des disfluences (dont l'impact sur les erreurs de reconnaissance est relatif) peut fournir un gain de performance supplémentaire appréciable en modélisation de la parole spontanée, puisque les disfluences sont responsables de près de la moitié des erreurs d'alignement entre les transcriptions à destination de la presse et les transcriptions exactes.

Des corpus apparentés qui peuvent être rendus parallèles comme ceux présentés dans [Adda et al. 03], se trouvent relativement facilement (interviews de personnalités publiques, archives de débats publics, par ex. débats parlementaires). Notre travail montre qu'il est relativement simple d'aligner automatiquement des transcriptions automatiques du corpus audio avec des transcriptions manuelles approximatives en se reposant sur les « îlots de confiance » constitués des sous-séquences similaires. Nous pouvons ainsi fournir aux annotateurs humains avec un coût relativement faible, des brouillons de transcription ou les portions douteuses sont mises en évidence. L'annotateur peut ainsi concentrer ses efforts sur les parties de la transcription qui nécessitent le plus sont attention (cf. flèche en bas de la Figure 2).

## Références

[1] Philippe Boula de Mareüil, Benoît Habert, Frédérique Bénard, Martine Adda-Decker, Claude Barras, Gilles Adda, et Patrick Paroubek. A quantitative study of disfluencies in French broadcast interviews. Actes de l'atelier Disfluency In Spontaneous Speech (DISS), Aix-en-Provence, septembre 2005

[2] Claude Barras, Gilles Adda, Martine Adda-Decker, Benoît Habert, Philippe Boula de Mareüil et Patrick Paroubek. Automatic Audio and Manual Transcripts Alignment, Time-code Transfer and Selection of Exact Transcripts. Dans LREC, Lisbonne, mai 2004

[3] Martine Adda-Decker, Benoît Habert, Claude Barras, Gilles Adda, Philippe Boula de Mareüil, et Patrick Paroubek. Une étude des disfluences pour la transcription automatique de la parole spontanée et l'amélioration des modèles de langage. Dans JEP, Fez, avril 2004

[4] M. Adda-Decker, B. Habert, C. Barras, G. Adda, P. Boula de Mareüil and P. Paroubek. A disfluency study for cleaning spontaneous speech automatic transcripts and improving speech language models. Disfluency in Spontaneous Speech Workshop, p. 67-70, 2003, Robert Eklund (ed), Göteborg, Sweden

[5] Stéphanie Strassel. Simple Metadata Annotation Specification. Linguistic Data Consortium, 2003, Annotation Guide, Version 5.0

RACHID GHERBI

## Introduction

L'équipe Bioinformatique a été créée en 2004, suite à la restructuration du groupe Geste et Image. Au sein du Département Communication Homme-Machine, et en étroite collaboration avec l'action transversale VENISE, les recherches menées abordent la problématique de la fouille et de la découverte visuelles (Visual Discovery and Mining) dans le domaine du vivant. L'équipe a également de nombreuses interactions avec les principales équipes de Bioinformatique et de Génomique de l'Université de Paris-Sud et du Genopole d'Evry, ainsi que des partenariats multiples avec des équipes et laboratoires régionaux, nationaux et internationaux.

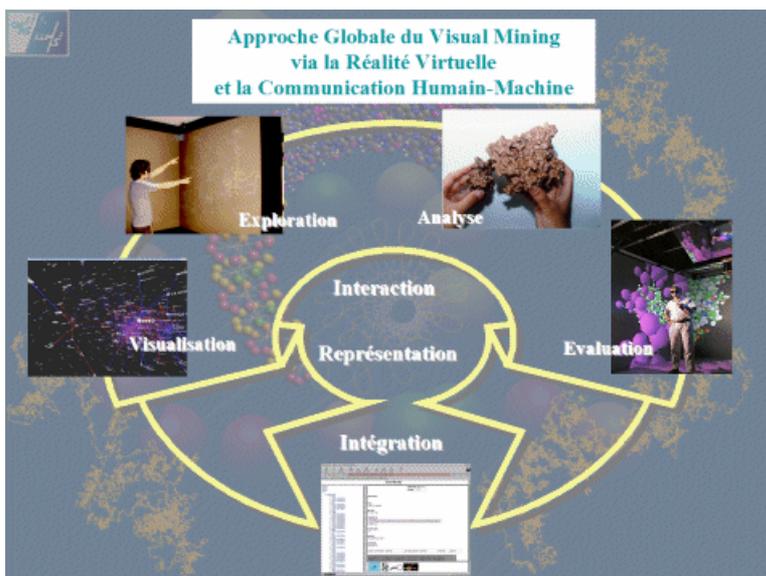
Dans le cadre interdisciplinaire STIC et Vivant et celui des Données Massives en Biologie Moléculaire, nous plaçons volontairement notre programme de recherche dans les aventures de la génomique et de post-génomique. Nos recherches concernent principalement le « Visual and Image Mining » pour l'étude et l'analyse de l'architecture spatiale des génomes et des interactions moléculaires, ainsi que dans la simulation de la vie cellulaire dynamique du vivant.

Face aux données massives produites par ces champs scientifiques et biotechnologiques, le défi majeur à relever consiste à montrer que les représentations visuelles intelligentes, couplées aux interfaces homme-machine immersives novatrices, est impossible à éviter afin de comprendre ou aider à comprendre la complexité multi-échelle des phénomènes liés au vivant.

## Présentation de la recherche

Pour cela, nous développons les axes de recherche suivants :

- Modélisation 3d pour une nouvelle vision globale de l'architecture des génomes
- Analyse d'image et clustérisation graphique des données d'expression en Transcriptomics/ Proteomics
- Interaction immersive centrée-utilisateur pour les manipulations moléculaires et le docking de protéines
- Exploration et visualisation de données génomiques factuelles et textuelles
- Réalité mixte et augmentée pour les validations entre modèles et les données terrain



Depuis la création de l'équipe, deux thèses ont été soutenues (David Abergel et Joan Hérisson en décembre 2004), un chercheur CNRS a été accueilli (Claire Toffano en novembre 2004). L'équipe forme actuellement trois doctorants, dont deux avec bourses BDI CNRS-Région (Pierre-Emmanuel Gros et Christine Martin) et une bourse MENRT (Nicolas Férey).

L'équipe anime et participe à plusieurs projets contractuels et elle entretient des coopérations variées avec des équipes nationales et internationales en biologie, en réalité virtuelle et en Interfaces

homme-machine. Au-delà des projets menés via l'action VENISE (NoE Intuition, PERF-RV RNTL, CoRSAIRE ANR MD, voir activités de Venice), l'équipe co-pilote le PPF Bioinformatique et Génomique de Paris-Sud et co-anime le projet d'échange ExpoGenome avec l'Université de Concordia à Montréal.

L'équipe est très active dans tous les domaines de la diffusion de la connaissance :

- des publications dans les revues et livres
- des dizaines de publications dans des conférences
- des séminaires, des cours, des formations, des rapports...
- des documents audiovisuels et des animations de stands dans le domaine de la vulgarisation

L'exploration immersive d'informations génomiques et biologiques est un grand défi dans l'ère du traitement et de la communication de données massives. Un des enjeux scientifiques majeurs concerne la fouille et la découverte de nouvelles connaissances par le biais de la visualisation, de l'interaction et de l'exploration 3d immersives. Ceci passe nécessairement par une meilleure intégration des multiples bases de données liées au vivant. L'équipe s'est focalisée sur une approche globale mêlant intimement ces différents axes de recherche. Ainsi, plusieurs études ont été menées en modélisation 3d de l'architecture des génomes (outils ADN-Viewer et GenomX), en exploration de données massives par le concept de graphe (outil Genome3Dexplorer), en intégration transparente de bases de données et d'outils bioinformatiques (middleware GenoMEDIA), et récemment en docking virtuel de protéines. L'outil ADN-Viewer (en processus de valorisation CNRS) est un logiciel interactif de représentation 3d et de visualisation des séquences d'ADN. Ce logiciel offre une représentation de la structure 3d que la double-hélice prendrait indépendamment de n'importe quelle interaction avec d'autres macromolécules. L'observation peut être effectuée d'une manière interactive à tous les niveaux d'intégration, de gène au chromosome. Ce logiciel a été augmenté par un travail visant la représentation du contenu « biologique » des molécules d'ADN. Cette représentation aide les utilisateurs à étudier l'organisation spatiale des chromosomes. Ceci a été rendu possible par le développement de la plateforme logicielle GenoMEDIA. En 2005, nous avons effectué des tests d'utilisabilité d'ADN-Viewer en collaboration avec le Human - centred group de Concordia University. Les premiers résultats des données collectées seront disponibles dans un proche futur.

Un autre logiciel est à l'étude, appelé Genome3Dexplorer. Ce logiciel vise la représentation, la visualisation et l'exploration des banques de données génomiques et biologiques massives. L'approche est basée sur un modèle de graphie dynamique et exploite le concept de XML. L'intérêt principal de ce logiciel est de pouvoir explorer ces masses d'une manière homogène et aisée pour le biologiste.

Depuis avril 2005, nous avons lancé une étude sur l'amarrage (docking) virtuel de protéine-protéine par le moyen de l'interaction multimodale immersive. Le but principal de ce travail est de diminuer et d'augmenter le processus de la conception de médicaments en pharmaceutique, en particulier, pour les interactions ligand-protéine.

Il faut noter que l'équipe vient d'être labellisée équipe Génopole Evry et doit évoluer dans un contexte proche du Genopole. L'équipe a réussi à obtenir une ATIGE (Action Thématique Incitative Genopole) pour une durée de trois ans à compter du 1er janvier 2006. Elle organisera ses recherches à la fois au LSC (Laboratoire des Systèmes Complexes, CNRS-Genopole) et au LIMSI.

Dans le futur, plusieurs pistes sont en vue. D'abord, nous projetons d'augmenter les molécules d'ADN nu avec des protéines (nucléosomes...) afin d'affiner les modèles d'organisation spatiale des chromosomes. En second lieu, Genome3Dexplorer doit être intégré entièrement dans la plate-forme immersive, ainsi nous pourrions réaliser des tests d'utilisabilité avec l'aide des biologistes. Par ailleurs, un premier prototype de docking virtuel sera réalisé sur la base des spécifications définies en collaboration étroite avec les biologistes structuraux.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Claire	Toffano-Nioche	Ch	CR2	CNRS
Rachid	Gherbi	Ens-Ch	MC	Paris XI

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Nicolas	Férey	Paris XI	Informatique
Pierre-Emmanuel	Gros	Paris XI	Informatique
Christine	Martin	Paris XI	Informatique

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/09/2004	31/08/2008	Intuition	NOE	UE	29 280 €	Bourdot Patrick	Contrat avec la commission européenne
01/10/2001	30/09/2004			Université Paris XI	-	Gherbi Rachid	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2005	Bioinformatique et Génomique	PPF	Université Paris XI		Froidevaux Christine	Collaboration de recherche
15/12/2005	15/12/2008	CoRSAIRE	ARA MDMSA	ANR	130 000 €	Bourdot Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2004		AS STIC	CNRS	14 484 €	Bourdot Patrick	Autre

## Production scientifique

### Thèses

1. Abergel, D., *Caractérisation bioinformatique des régions InterORF chez la levure. Thèse Doct Sci, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).*
2. Hérisson, J., *Représentation spatiale et exploration virtuelle des génomes : une approche globale pour l'analyse des éléments architecturaux des séquences. Thèse Doct Informatique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2004).*

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi, *Exploration by visualization of numerical and textual genomic data.* Journal of biological physics on chemistry, 2004. **4**: 2, 102-110.
2. Gros, P.-E., J. Hérisson, N. Férey, and R. Gherbi, *Combining applications and remote databases view in a common SQL distributed genomic database.* International Data Science Journal, 2005. **4**.
3. Hérisson, J., P.-E. Gros, N. Férey, O. Magneau, and R. Gherbi, *3D Visualization & virtual exploration of genomic sequences.* International Data Science Journal, 2005. **4**, 82 - 91.
4. Magneau, O., P. Bourdot, and R. Gherbi, *Positioning and identification of markers for 3D tracking.* Mécanique & Industries, 2004. **5**: 2, 221-227.

### Conférences à comité de lecture

1. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Système d'analyse de mouvements humains acrobatiques.* in *ORASIS 2005. Congrès Jeunes Chercheurs en Vision par Ordinateurs.* 2005. Clermont Ferrand, France. pp 10.
2. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Real-time acrobatic gesture analysis.* in *GW 2005. The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation.* 2005. Ile de Berder, France. pp 4.
3. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Visualization and immersive exploration of factual and textual genomic*

- data. in *JOBIM04. 5ème Journées Ouvertes de Biologie, Informatique et Mathématiques*. 2004. Montréal, Canada. pp 12.
4. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *A distributed multimedia database visualization within an immersive environment for bioinformatics*. in *IEEE Sixth International Symposium on Multimedia Software Engineering*. 2004. Florida. pp 4.
  5. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Immersive graph-based visualization and exploration of biological data*. in *19th International CODATA Conference, the Information Society : new horizons for science*. 2004. Berlin, Germany.
  6. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Exploring augmented microarray data using immersive visualization*. in *ICBA 2004. International Conference on Bioinformatics and its Applications*. 2004. Lauderdale FL. Poster.
  7. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Immersive exploration by visualization of factual and textual genomic data*. in *ICBA 2004. International Conference on Bioinformatics and its Applications*. 2004. Lauderdale FL. Poster.
  8. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Visual Data Mining of Genomic Databases by Immersive Graph-Based Exploration*. in *ACM Graphite 2005, International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*. 2005. Dunedin, New Zealand.
  9. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, C. Martin, and R. Gherbi. *Visual Mining of Genomic Databases by Immersive Graph-Based Exploration*. in *CSICE'05, International Conference on Computer Simulation in Information and Communication Engineering*. 2005. Sofia , Bulgaria.
  10. Gros, P.-E., J. Hérisson, N. Férey, and R. Gherbi. *GenoMEDIA. A middleware platform for distributed genomic information*. in *ICTTA 04. 1st International Conference on Information and Communication Technologies.IEEE*. 2004. Damascus, Syria. pp 6.
  11. Gros, P.-E., N. Férey, J. Hérisson, and R. Gherbi. *A distributed multimedia database visualization within an immersive environment for bioinformatics*. in *ICBA 04. International Conference on Bioinformatics and its applications*. 2004. Florida. pp 7.
  12. Gros, P.-E., J. Hérisson, N. Férey, and R. Gherbi. *Combining applications and databases integration approaches*. in *19th International CODATA Conference, the Information Society : new horizons for science*. 2004. Berlin, Germany.
  13. Gros, P.-E., J. Hérisson, N. Férey, and R. Gherbi. *Combining applications and databases integration approaches in a common distributed genomic platform*. in *AINA 2005. 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications.IEEE*. 2005. Taïpe, Taiwan. pp 6.
  14. Gros, P.-E., N. Férey, J. Hérisson, R. Gherbi, and A. Seffah. *Multiple user interface for exploring genomics databases*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
  15. Gros, P.-E., N. Férey, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Lysa, Multiple Users Collaborative Interface for Exploring Genomics Databases*. in *CSICE'05, International Conference on Computer Simulation in Information and Communication Engineering*. 2005. Sofia , Bulgaria.
  16. Gros, P.-E., B. Boyer, H. Boisgontier, A. Tucholka, N. Férey, and R. Gherbi. *Automatic Detection and Localization of Microarray Spots Based on a Region Segmentation Algorithm*. in *TAIMA'05, 4ème Conférence de Traitement et Analyse de l'Information : Méthodes et Applications*. 2005. Hammamet, Tunisia.
  17. Gros, P.-E., B. Boyer, H. Boisgontier, A. Tucholka, N. Férey, and R. Gherbi. *TransCripTome, An Algorithm to Grid Automatically DNA Micro-Arrays*. in *OICMS 05, 1st Open International Conference on Modeling and Simulation*. 2005. ISIMA / Blaise Pascal University, Clermont-Ferrand, France.
  18. Hérisson, J., P.-E. Gros, N. Férey, O. Magneau, and R. Gherbi. *DNA in Virtuo : visualization and exploration of 3D genomic structures*. in *Afrigraph04. 3rd ACM International Conference on virtual reality, computer graphics, visualization and interaction*. 2004. Stellenbosch, Cape Town. pp 5.
  19. Hérisson, J., P.-E. Gros, N. Férey, O. Magneau, and R. Gherbi. *DNA in Virtuo : visualization and virtual manipulation of 3D genomic structures*. in *19th International CODATA Conference, the Information Society : new horizons for science*. 2004. Berlin, Germany.
  20. Martin, C. and R. Gherbi. *User-Centred Immersive Interaction for Protein Docking*. in *CSICE'05, International Conference on Computer Simulation in Information and Communication Engineering*. 2005. Sofia , Bulgaria.
  21. Martin, C. and R. Gherbi. *User-Centred Immersive Interaction for Protein Docking*. in *CSICE'05, International Conference on Computer Simulation in Information and Communication Engineering*. 2005. Sofia , Bulgaria.
  22. Martin, C. and R. Gherbi. *Interaction immersive centrée-utilisateur pour les manipulations moléculaires et le docking de protéines*. in *6èmes Journées Ouvertes de Biologie, Informatique et Mathématiques (JOBIM05)*. 2005. Lyon, France.
  23. Toffano-Nioche, C., N. Férey, H.A.F. Ben, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Visual Clustering and Exploration of Splicing Sites using DNA Curvature Criteria*. in *OICMS 05, 1st Open International Conference on Modeling and Simulation*. 2005. ISIMA / Blaise Pascal University, Clermont-Ferrand, France.
  24. Toffano-Nioche, C., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Caractérisation d'introns de plantes par leur représentation spatiale*. in *6èmes Journées Ouvertes de Biologie, Informatique et Mathématiques (JOBIM05)*. 2005. Lyon, FRANCE.

## Congrès sans actes, workshops<sup>27</sup>

1. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Analyse du mouvement acrobatique par traitement vidéo*. ISGS 2005. 2nd Conference of the International Society for Gesture Studies «Interacting Bodies» 2005. Lyon, France.
2. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, C. Martin, and R. Gherbi. *Immersive Exploration by Visualization of Factual and Textual Genomic Data*. in *2nd INTUITION Workshop VR/VE & Industry: Challenges and opportunities*. 2005. Espace CETIM, Senlis, France.
3. Hérisson, J., N. Férey, P.-E. Gros, R. Gherbi, and O. Magneau. *ADN-Viewer, 3D Visualization and Exploration of Huge Genomic Structures*. in *4th World Congress of Cellular and Molecular Biology*. 2005. Poitiers, France.
4. Férey, N. *Visualisation de bases de données génomiques*. in *Ecole Thématique de Printemps en Modélisation de systèmes biologiques complexes dans le contexte de la génomique*. 2005. Montpellier, France.
5. \* Gherbi, R. and J.-M. Vézien. *Virtual reality and visualization of large scientific databases*. in *Summer school on Visualization of CNRS*. 2005. Aussois, France.
6. \* Gherbi, R. *Spring school on Modeling and simulation of biological processes in the context of the Genomics era*. in *Epigenomic Programme of Genopole Evry*. 2005.
7. Gros, P.-E. *Intégration de bases de données génomiques et d'outils bioinformatiques*. in *Ecole Thématique de Printemps en Modélisation de systèmes biologiques complexes dans le contexte de la génomique*. 2005. Montpellier, France.
8. Hérisson, J. *Recherche de motifs 3D dans des séquences d'ADN*. in *Journées nationales en Indexation de texte et découverte de motifs Algorithmique des sequences*. 2005. LIFL - Université des Sciences et Technologies de Lille. Lille, France.

---

<sup>27</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque



ANNELIES BRAFFORT

### Introduction

L'action thématique Geste du département Communication Homme-Machine du LIMSI, a été créée en mai 2004. Ses activités de recherche sont essentiellement consacrées au traitement des données gestuelles 3d (corps, bras et mains, visage et regard), à leur analyse, leur compréhension et leur génération. Les projets concernent principalement l'étude de la Langue des Signes Française (LSF), mais on s'intéresse aussi aux gestes d'interaction en Réalité Virtuelle (RV) et aux séquences de gestes sportifs.

### Présentation de la recherche

La recherche sur la LSF ne peut se faire de manière déconnectée des besoins des usagers sourds, car les besoins de cette population en terme de NTIC sont importants. Sachant qu'environ 70% des adultes sourds sont illettrés, les recherches doivent permettre en priorité d'aboutir à des progrès dans le domaine de l'éducation et de la formation, par le développement de logiciels spécifiques. D'autre part dans le domaine de l'accessibilité aux informations, les personnes sourdes qui ne maîtrisent pas le français écrit doivent pouvoir accéder aux informations au même titre que celles qui le maîtrisent, ce qui nécessite notamment d'élaborer des systèmes bilingues (français écrit, LSF). Cela nous conduit à adopter une démarche complète, de la recherche fondamentale aux activités de valorisation et transfert, en passant par le développement de prototypes informatiques en vue d'évaluer ou d'illustrer nos modélisations.

Nous ancrons nos recherches dans le tissu scientifique national, en participant à des projets ou groupes de recherche nationaux et organisant des ateliers, tel que l'atelier TALS présenté plus loin.

Enfin, pour les besoins de la recherche mais aussi par éthique, nous avons entrepris une formation de toute l'équipe à la LSF en 2005, que nous souhaitons prolonger par la suite.

Les projets en cours ou récents portent sur :

- La modélisation linguistique, pour représenter le fonctionnement de la LSF, au niveau des énoncés et du lexique
- la gestion de corpus vidéo de LSF, ce qui induit différentes problématiques (méthodologie, normalisation, diffusion)
- l'animation d'avatars signants, sur la base d'une génération d'énoncés en LSF puis du contrôle de l'animation
- la reconnaissance et l'interprétation de gestes, pour la LSF, la RV ou les gestes sportifs.

### Modélisation linguistique de la LSF

Dans ce domaine, nous travaillons en étroite collaboration avec l'équipe du professeur Christian Cuxac, responsable de l'axe Langue des Signes de l'UMR Structure Formelle du Langage de l'Université Paris 8 (UMR 7023). Nous avons, ces dernières années, développé des recherches sur l'analyse sémantico-cognitive d'énoncés en LSF, dans le cadre de la thèse de Fanch Lejeune, soutenue en Novembre 2004 au LIMSI. En ce qui concerne le lexique, une nouvelle thèse (thèse de Michael Filho) a débuté en octobre 2005, en vue de proposer un modèle informatique basé sur des paramètres plus pertinents linguistiquement que ceux usuellement proposés dans la littérature. Enfin, nous avons amorcé cette année une étude relative à l'écriture de la LSF dans le cadre du projet national RIAM LS-SCRIPT décrit plus loin.

### Gestion de corpus vidéo de LSF

Cette activité comporte plusieurs aspects :

La réalisation de corpus, ce qui implique plusieurs champs : méthodologique, car la manière de présenter les consignes peut influencer sur la production ; légal, car il n'est pas possible d'anonymiser les corpus de LSF puisqu'on a besoin de voir les visages des personnes ; technique, car nous essayons de produire des corpus dans des conditions permettant ensuite d'appliquer du traitement d'image aux vidéos.

L'annotation des corpus et la spécification des méta-données, ce qui nécessite de travailler sur la normalisation des descripteurs.

La conception d'un logiciel d'annotation, en collaboration avec le professeur Patrice Dalle et son équipe (TCI, IRIT-UPS à Toulouse), qui nous permettront de disposer de modules de traitement d'image et de représentation 3d.

## Avatar signant



Nous élaborons depuis mai 2004 une plate-forme logicielle permettant de visualiser sur écran un humanoïde de synthèse dont on peut contrôler les mouvements (avatar). Grâce à cette plate-forme, nous allons pouvoir développer des maquettes permettant d'évaluer nos modélisations linguistiques. L'objectif est de générer automatiquement des énoncés en LSF qui seront représentés dans un formalisme permettant de contrôler l'animation de l'avatar. La production de l'avatar peut ensuite être montrée à des locuteurs de LSF afin d'estimer la compréhensibilité du message produit. La modélisation des gestes de l'avatar prend appui sur l'étude de corpus vidéo de LSF.

Une toute première maquette a été élaborée dans le cadre de l'atelier TALS, dans le but d'illustrer un extrait de la modélisation proposée dans la thèse de Fanch Lejeune. Nous nous sommes focalisés sur la modélisation de relations spatiales, comme par exemple « L'université est au nord de Paris ». La maquette permet de générer automatiquement des énoncés exprimant une relation spatiale entre deux entités. Le système prend en entrée le triplet {entité repère, relation, entité repérée} et affiche en sortie la description des unités gestuelles permettant d'animer un avatar 3d qui va signer l'énoncé correspondant en LSF.

## Reconnaissance et Interprétation de gestes

Dans ce domaine, les gestes peuvent être captés à l'aide de dispositifs spéciaux comme les gants numériques et les capteurs de position, mais il peut s'agir aussi de caméras ou de séquences vidéo. Les domaines d'applications peuvent être de nature langagière (LSF), de type interaction (interaction gestuelle en RV) ou encore de type séquences de gestes sportifs. Dans le cas de la LSF, nous avons étudié l'architecture d'un système de reconnaissance de gestes bi-manuels, pouvant traiter des énoncés comportant aussi bien des signes lexicaux que des proformes mis en relation, dans le cadre de la thèse de Bruno Bossard. Certains aspects de ce travail ont pu être transférés dans le cadre de l'interaction gestuelle en RV, lorsque l'interaction consiste à déplacer des objets dans la scène. Dans l'autre sens, certains aspects du travail de thèse de Ryan Cassel qui porte sur l'analyse de séquences de gestes sportifs acrobatiques ont été transférés dans le cadre de l'analyse de séquences vidéos de LSF, en vue de détecter automatiquement certains phénomènes linguistiques, le principe étant d'analyser le mouvement sans identifier les parties du corps.

## Projet RIAM LS-SCRIPT

Nous avons obtenu début 2005 un financement du réseau RIAM (Recherche et Innovation en Audiovisuel et Multimédia) d'une durée de deux ans, pour le projet LS-SCRIPT : « LS-Script. Proposition d'un formalisme graphique pour la Langue des Signes Française dans le contexte de l'enseignement et de la formation »

Ce projet a pour objectif de proposer un formalisme graphique pour la Langue des Signes Française (LSF) et de l'intégrer au sein d'outils éducatifs. Outre l'originalité de leurs structures, liées à la modalité exploitée (visuo-gestuelle), les langues des signes ont en effet comme particularité de ne pas disposer de forme écrite, au sens entendu pour les langues orales. Dans un contexte éducatif structuré par l'écrit, l'accès récent de la LSF au statut officiel de langue enseignée -via, notamment, son inclusion dans le Cadre européen commun de compétences (adaptation ratifiée en 2002 par le Ministère) et la création de diplômes dédiés à son enseignement- a fait de la question d'un écrit pour la LSF un enjeu éducatif majeur.

Une grande originalité de ce projet par rapport aux approches antérieures, françaises et européennes, est l'ancrage de cette démarche sur une investigation qualitative préalable des populations concernées, notamment des élèves sourds en classes bilingues, et de leurs pratiques effectives, ainsi qu'une évaluation du formalisme proposé dans le cadre d'outils éducatifs utilisés sur Internet et en classe. Pour atteindre cet

objectif, le projet associe des chercheurs en linguistique, psycholinguistique, sociologie, informatique, des enseignants en LSF et une structure de communication avec interprétariat.

Les partenaires du projets sont trois laboratoires de recherches en informatique (le LIMSI à Orsay et l'IRIT/TCI à Toulouse) et en linguistique (l'UMR SFL à Paris 8), un institut d'étude sur la pédagogie pour l'enseignement aux enfants sourds (l'IRIS à Toulouse) et une société mettant en œuvre des NTIC à destination des usagers sourds (WebSourd à Toulouse).

#### Colloque TALS 2005

Nous avons organisé en 2005 l'atelier sur le Traitement Automatique des Langues des Signes (Atelier TALS 2005), qui était l'un des ateliers de la conférence TALN 2005. Il s'agissait d'un atelier pluridisciplinaire - linguistique, informatique, sciences cognitives- ayant pour objectif de rassembler les chercheurs travaillant sur la modélisation de la Langue des Signes, ainsi que les étudiants sourds des formations de l'Université Paris 8. L'atelier a comporté des communications orales et affichées, des démonstrations et une table ronde. Il s'est déroulé sur une journée :

- La matinée a été consacrée à des échanges autour d'un corpus de LSF mis à disposition des participants. Il s'agit d'un petit corpus de dialogue en LSF.
- L'après-midi a été consacré aux présentations ne concernant pas le corpus de dialogue.

Le corpus réalisé pour l'occasion est le premier corpus de dialogue en LSF. Il a été réalisé à l'institut IRIS de Toulouse.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Annelies	Braffort	Ch	CR1	CNRS
Laurence	Bolot	ITA	IE2	CNRS
Annick	Choisier	ITA	AI	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Bruno	Bossard	Paris XI	Informatique
Michaël	Filhol	Paris XI	Informatique

## Participation à des instances

### Instances d'évaluation ou d'expertise

- A. Braffort est membre du comité scientifique de Gesture Workshop depuis 1997
- A. Braffort a expertisé plusieurs projets des réseaux RNTL et RIAM
- A. Braffort a été examinateur du jury de thèse de Boris Lenseigne, IRIT/Toulouse, en décembre 2004
- A. Choisier est membre élu de la section 7 du Comité National de la Recherche Scientifique

### Instances d'administration de la recherche

- A. Braffort est membre élu vice président B de la CSE de la section 27 de l'université d'Orsay
- A. Braffort est membre nommé du conseil de département CHM et de la commission hygiène et sécurité
- L. Bolot est membre élu du conseil de laboratoire et est membre de la commission informatique
- A. Choisier est membre du groupe de pilotage Handicap du CNRS

## Enseignement et diffusion des connaissances

- Université d'Orsay, Master 2 recherche Informatique, option RV et nouvelles interfaces

- Université Paris 8, Master 2 professionnel Handicap et nouvelles technologies, NTIC et LSF
- Université Paris 8, Licence en linguistique, Logiciels d'annotation de corpus de LSF
- Université Paris 8, équipe de Christian Cuxac, Logiciels d'annotation de corpus de LSF

## Diffusion et vulgarisation

- Participation à la « nuit blanche des zincs de sciences » sur le thème « du geste à la parole » le 1er octobre 2005
- A. Braffort, « Les représentations sémantiques dans le traitement automatique de la Langue des Signes Française », colloque « Espace du geste et de la posture », Université de Caen, novembre 2004
- A. Braffort, Interview sur le site Itinéraires d'Interstices en 2004 : [http://interstices.info/display.jsp?id=c\\_7039&preview=true](http://interstices.info/display.jsp?id=c_7039&preview=true)
- A. Braffort, C. Cuxac et P. Dalle, poster « Etudes pluridisciplinaires sur la LSF », journée « sciences du langage » du dép. SHS, novembre 2004
- A. Braffort et C. Collet. « Représentations informatiques des gestes et des énoncés de LSF », journée « Expression et Communication en Interface Homme-Machine », Université Paris 8, mars 2003
- A. Braffort. « Les problématiques liées à l'étude de la Langue des Signes Française », journées du GDR ISIS & AS 70 « Perception, Modélisation et Interprétation du Geste Humain », INPG Grenoble, mars 2003

## Collaborations de recherche

- Avec des laboratoires : UMR SFL Paris 8, UMR IRIT/TCI Toulouse, IRIS Toulouse
- Industrielles : WebSourd
- A l'étude : SNCF, Insite, Nexiad, Dark Prince, Adentis, CEA, Sagem

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
31/08/2008	Intuition	NOE	UE	29 280 €	Bourdote Patrick	Contrat avec la commission européenne
27/08/2004	PERF-RV	RNTL	MEFI	213 450 €	Bourdote Patrick	Collaboration de recherche
30/09/2003			Eyecom	2 200 €	Collet Christophe	Collaboration de recherche
14/12/2006	LS SCRIPT	RIAM	MENRT	57 726 €	Garcia Brigitte	Collaboration de recherche
31/12/2008	PERF-RV2	RNTL	ANR	70 000 €	Gelin Rodolphe	Collaboration de recherche

## Production scientifique

### Thèses

1. Cassel, R., *Analyse du mouvement humain par un système de vision. Thèse Doct Informatique, LIMSI-CNRS*. Université Paris Sud, Orsay (2005).
2. Lejeune, F., *Analyse sémantico-cognitive d'énoncés en langue des signes française pour une génération automatique de séquences gestuelles. Thèse Doct Informatique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay* (2004).

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Braffort, A., *Comptes rendus*. Le français moderne, 2004: 2, 250-252.

### Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Bossard, B., A. Braffort, and M. Jardino, *Some issues in sign language processing*, in *Gesture-based communication in human-computer interaction*, A. Braffort, et al., Editors. 2004. Springer.

### Conférences à comité de lecture

1. Bossard, B., T. Convard, A. Braffort, D. Touraine, P. Bourdot, and M. Jardino. *Un système de reconnaissance de gestes générique pour la Réalité Virtuelle*. in *RFIA 2004. 14ème Congrès Francophone AFRIF-AFIA de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*. 2004. Toulouse, France. pp 9.

2. Bossard, B. *Gestural interaction for virtual scene description*. in *GW 2005. The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*. 2005. Ile de Berder, France. pp 4.
3. Braffort, A. and F. Lejeune. *Spatialised semantic relations in French sign language : toward a computational modelling*. in *GW 2005. The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*. 2005. Ile de Berder, France. pp 4.
4. Braffort, A., B. Bossard, and J. Ségouat. *Modélisation des relations spatiales en langue des signes française*. in *TALS/TALN 2005. 12e Conférence sur le Traitement Automatique du Langage Naturel*. 2005. Dourdan, France. pp 10.
5. Cassel, R. and C. Collet. *Caractérisation et suivi des mouvements acrobatiques pour la reconnaissance*. in *RFIA 2004. 14ème Congrès Francophone AFRIF-AFIA de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*. 2004. Toulouse, France. pp 4.
6. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Système d'analyse de mouvements humains acrobatiques*. in *ORASIS 2005. Congrès Jeunes Chercheurs en Vision par Ordinateurs*. 2005. Clermont Ferrand, France. pp 10.
7. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Real-time acrobatic gesture analysis*. in *GW 2005. The 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation*. 2005. Ile de Berder, France. pp 4.

### Congrès sans actes, workshops<sup>28</sup>

1. Braffort, A. and P. Dalle. *Sign language processing : models, representations, tools for video analysis, for signing avatars and for communication*. in *ISGS 2005. 2nd Conference of the International Society for Gesture Studies «Interacting Bodies»*. 2005. Lyon, France.
2. \* Braffort, A. *Corpora for sign language studies*. Workshop on Multimodal Corpora : Models of Human Behaviour for the Specification and Evaluation of Multimodal Input & Output Interfaces 2004. Lisbon, Portugal.
3. Cassel, R., C. Collet, and R. Gherbi. *Analyse du mouvement acrobatique par traitement vidéo*. ISGS 2005. 2nd Conference of the International Society for Gesture Studies «Interacting Bodies» 2005. Lyon, France.

---

<sup>28</sup> Les conférences ayant donné lieu à une invitation sont signalées par un astérisque



JEAN-PIERRE ROSSI

## Introduction

Les recherches du groupe ont reposé sur l'hypothèse que la mémoire sémantique est organisée sur la base de situations cognitives de référence. Dans ce cadre, quatre axes de recherches ont été développés. Dans un premier temps, en utilisant les données bibliographiques les plus récentes, la notion de schéma de situation a été redéfinie, précisée puis validée. Parallèlement, le vocabulaire attaché aux verbes a été précisé. L'ensemble de ces données a servi de support à la mise au point d'un modèle connexionniste de la mémoire associative. Enfin, le rôle des composantes temporelles dans la compréhension des relations causales a été évalué.

## Présentation de la recherche

### La notion de schéma de situation

Le schéma de situation ou situation cognitive de référence (Rossi & Campion, 2002) est une représentation générique stockée en mémoire à long terme. Ces schémas de situation liés à l'accomplissement d'un but réservant les fonctions d'agents et de patients à des catégories d'objets spécifiques (Mandler & Mc Donough, 1998, Marseschal, Powell & Volein, 2003 ; Rakinson, 2004) sont construits et utilisés dès 9 mois. A deux ans, l'enfant recherche activement l'objet qui appartient habituellement à une scène (Swingley & fernald, 2002). L'apprentissage de séries d'événements partageant une ou plusieurs caractéristiques communes sont regroupés autour de l'agent ou de l'action commune (Lancaster & Barsalou, 1997). Une organisation autour des événements sous-tend la catégorisation des objets. L'ensemble des données indique qu'à l'intérieur du schéma des l'objets sont reliés et organisés sur la base de relations fonctionnelles. La mémoire sémantique semble constituée de schémas de situations composés des invariants constitutifs de scènes vécues.

Les recherches expérimentales et particulièrement les expériences d'amorçage ont mis en évidence que l'agent, l'action et l'objet sont reliés dans la mémoire, mais que le lien agent-verbe est moins prégnant que le lien agent-objet. Ce résultat est sans doute imputable à la polysémie des verbes. Une série d'expériences d'amorçage montre que les relations objet-situation sont plus fortes que les relations objet-propriétés. Toutes ces données témoignent en faveur d'une organisation de la mémoire sémantique en termes de situations cognitives de références.

Des recherches sur les inférences produites à partir de schémas de situations par les lecteurs d'un texte ont été conduites (Campion & Rossi, 2001 ; Campion, 2004 ; Campion, soumis). Elles mettent en évidence que la production d'inférences est contrainte par la récupération de schémas de situation selon des processus d'associations entre signifiés de mots. D'autre part, il apparaît que des connaissances sur l'enchaînement causal des événements ou actions dans une situation donnée interagissent avec le type de l'inférence (prédiction vs déduction) pour contraindre deux modes de représentation des inférences : un mode hypothétique qui reflète l'incertitude du lecteur quant à la validité de son inférence, et un mode certain. Si les modes de représentation hypothétiques et certains caractérisent respectivement les prédictions et les déductions, on observe des représentations hypothétiques de déductions lorsqu'il y a inadéquation entre les inférences contraintes par l'énoncé et le schéma de situation, c'est-à-dire la situation cognitive de référence spontanément activée par le lecteur.

### L'apprentissage des connaissances implicites

L'apprentissage des connaissances implicites associées aux verbes (C. Declercq et J.F. Le Ny) et plus particulièrement du patient repose à la fois sur les relations actions/patient observées dans le monde et sur les relations linguistiques présentes dans les phrases. Les liens spécifiques verbe/patient mis en évidence dans une situation expérimentale sont retrouvés avec des fréquences comparables dans Frantex et dans des textes trouvés sur internet.

La flexibilité des connaissances sémantiques propres aux verbes, en relation avec les métaphores à pivot verbal (ex. « le paysans apprivoise la terre ») a été étudiée. Dans la suite d'expériences antérieures, les patients possibles « normaux » et « anormaux » plus ou moins congruents ont été analysés. Les seconds se distribuent de façon exponentielle en fonction de leur congruence avec leur verbe. Parallèlement, les patients métaphoriques des verbes ont été enregistrés. Des comparaisons statistiques détermineront s'ils dérivent en fonction de leur congruence.

## Un modèle connexionniste de l'apprentissage des relations objets-situation

La première simulation concerne l'association d'items de types différents (items-mot et items-texte) codés dans deux cartes compétitives distinctes. La seconde est l'association d'items de même type codés dans la même carte compétitive. Dans premier cas il s'agit de modéliser l'association par détection de co-occurrences mots – texte alors que dans le second l'association est faite entre deux mots.

Le premier réseau est constitué de deux cartes compétitives d'entrées pour les mots et les textes et d'une carte d'association. Chaque carte d'entrée forme avec la carte d'association une boucle de résonance adaptative. Le codage en entrée est local i.e. une unité code un item (mot ou document). Un ensemble de couples mot – texte  $(M_i, D_j)$  est créé tel que  $M_i$  sera un mot du texte  $D_j$ . Chaque couple est présenté plusieurs fois au réseau (l'ordre de présentation est aléatoire). Si le réseau code de manière stable le couple présenté alors les poids sont modifiés par les règles d'apprentissage. A la fin de la simulation, il apparaît que les unités de la carte d'association codent préférentiellement (i.e. sont activées par) certains mots et textes fréquemment co-occurents. L'activation d'une unité de la carte d'association ne représente ni un texte ni un mot, il représente des regroupements : on peut dire que les unités de la carte d'association représentent et classent les associations mot – texte. Les unités de la carte intermédiaire, si elles projettent sur une autre carte, sont des traits du point de vue de cette dernière.

Le second réseau est constitué de trois cartes compétitives organisées de manière hiérarchique. La carte FM reçoit les entrées mots. Le codage est local i.e. une unité représente un mot. FM est connectée à la carte d'association FA par une boucle de résonance adaptative. Une seconde boucle connecte FA à la carte de classification FC. Un ensemble de couples mot – mot  $(M_i, M_j)$  est créé tel que  $M_i$  et  $M_j$  seront deux mots associés. Chaque couple est présenté plusieurs fois au réseau (l'ordre de présentation est aléatoire). Si le réseau code de manière stable le couple présenté alors les poids sont modifiés par les règles d'apprentissage. A la fin de la simulation, nous observons que (a) FA associe les items de FM conformément à l'ensemble de couples ; (b) FC classe les représentations de FA, i.e. forme des groupes d'associations et les pré-active. La boucle FM $\leftrightarrow$ FA agit comme un détecteur de coïncidences qui seront classées par la boucle FA $\leftrightarrow$ FC.

## Rôle des composantes temporelles dans la compréhension des relations causales

Les recherches ont porté sur l'effet du temps, de l'aspect et du type de verbes sur la compréhension des relations causales. Plusieurs expériences ont permis d'établir que la construction de la cohérence causale dépend de différents facteurs. L'inférence de la causalité entre deux événements dépend des connaissances du lecteur, et suit les règles développées par Young (2000) : priorité temporelle (la cause précède la conséquence), contiguïté temporelle (la cause et la conséquence sont temporellement proches), contiguïté spatiale (la cause et la conséquence se situent dans des lieux contiguës) et la conjonction constante (lorsque la cause apparaît la conséquence survient). Lorsque ces critères ne sont pas respectés, le lecteur rétablit la cohérence en recherchant les conditions qui rendent plausibles la relation causale.

Dans une seconde série d'expérience, l'effet du temps et de l'aspect des verbes ont été systématiquement analysés. L'aspect fait référence à comment se déroule un événement dans le temps ; le temps permet de positionner différents événements les uns par rapport aux autres. Les données indiquent un effet facilitateur de certaines associations de temps sur l'évaluation de la causalité. Néanmoins, l'effet du temps variait selon la nature du verbe. La plausibilité des relations causales dépend du fait que le verbe est un verbe d'état ou décrit une situation ponctuelle ou continue. Là encore nous avons conclu que certains types de verbe pouvaient faciliter ou au contraire gêner l'évaluation de la causalité, mais sans entrer en interaction avec le temps des verbes.

Enfin, nous avons testé le poids du modèle de situation et de nos attentes sur l'évaluation des relations causales. Ces résultats expérimentaux ont servi de base à une description des représentations aspectuo-temporelle.

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Jean-Pierre	Rossi	Ens-Ch	PrCE	Paris XI

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Estelle	Fiévé	Paris XI	Informatique

## Participation à des instances

Jean-Pierre Rossi est :

- conseiller scientifique pour « les facteurs humains » à la DGA
- expert auprès de différentes revues
- membre du comité de rédaction de « L'Année Psychologique »
- membre du conseil de département de biologie de l'université Paris XI
- membre de la commission pédagogique de l'UFR scientifique d'Orsay (université Paris XI)
- président de la commission de spécialiste (16° Section)

## Enseignement

- E. Fiévé : 2005 TD de Psychologie expérimentale à des « licence » de psychologie. ; 2005 TD de statistiques à des « DEUG » de psychologie. ; 2005 /2006 Initiation aux Travaux d'Etude et de Recherche à des « licence » de psychologie. ; 2003 /20 : Encadrement d'étudiants de tout niveau et toute discipline dans un laboratoire de langues
- J.-P. Rossi : 2004-2005 Cours master d'ergonomie (université Paris XI) M1 : Apprentissage et mémoire ; 2004-2005 Cours master d'ergonomie (université Paris XI) M2 : Vieillessement cognitif ; 2004-2005 Cours master d'ergonomie (université Paris XI) M2 : Méthodologie ergonomique ; 2004-2005 Cours master Vieillessement et handicap (université Paris XI) M2 : Effets du vieillissement sur la mémoire. ; 2004-2005 Cours master Sciences Cognitives (université Paris XI) M2 : Apprentissage et mémoire ; 2004-2005 Cours master Sciences Cognitives (université Paris XI) M2 : La compréhension des textes
- Direction du master d'ergonomie, université Paris XI

## Collaborations de recherche

- Jean-Pierre Rossi a créé un groupe de recherche réunissant trois laboratoires qui travaille sur la compréhension des textes le laboratoire de psychologie cognitive de l'université de Lyon 2 et le laboratoire de psychologie cognitive de l'université de Montpellier III. Ce groupe se réunit une fois par trimestre et travaille à des mises en commun théoriques et expérimentales
- Fiévé, E. (2003-2005). Participation à un travail de recherche (le groupe « Texte ») en collaboration avec les Universités Lyon II et Montpellier III
- Fiévé, E. (2004-2005). Participation au groupe de recherche OGRE (projet TCAN), en collaboration avec les Universités de Paris XIII, Caen, et Paris XI

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
01/01/2003	31/12/2006	Sémantique humaine	TCAN	CNRS	28 400 €	Rossi Jean Pierre	Collaboration de recherche
01/07/2003			TCAN	CNRS	10 000 €	Le Ny Jean-François	Collaboration de recherche

## Production scientifique

### Thèses

1. Fiévé, E., *Rôle des composantes temporelles dans l'évaluation des relations causales. Thèse Doct. Sciences Cognitives, LIMSI-CNRS.* Université Paris-Sud, Orsay (2005).

### Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Le Ny, J.-F., *Comment l'esprit produit du sens.* 2005. Odile Jacob, Paris. 416 pp.
2. Rossi, J.-P., *Psychologie de la mémoire: de la mémoire épisodique à la mémoire sémantique.* de Boeck Université. 2005. de Boeck, Bruxelles.

### Conférences à comité de lecture

1. Fiévé, E., J.-P. Rossi, and G. Ligozat. *Aspect and causality.* in *14th Annual Meeting of the Society for Text and Discourses.* 2004. Chicago. Poster.
2. Guha, A. and J.-P. Rossi. *Causal likelihood is monotonous.* in *14th annual meeting of the Society for Text and Discourse.* 2004. Chicago. pp 10 Communication Orale.
3. Rossi, J.-P., J.-P. Martin, and E. Fiévé. *Plausibility of causal relations in text comprehension.* in *ICP 2004. 28th International Congress of Psychology. The chinese Psychological Society (CPS).* 2004. Beijing, China. pp 25.

PATRICK BOURDOT

## Introduction

VENISE<sup>29</sup> (Virtualité et ENvironnement Immersif pour la Simulation et l'Expérimentation), lancée en janvier 2001, est une action de recherche en Réalité Virtuelle et Augmentée (RV&A) qui, au-delà de structurer transversalement l'ensemble des travaux menés dans ce domaine au sein du LIMSI, a pour ambition d'être un acteur majeur de la politique du département MIPPU du CNRS en terme de recherches pluridisciplinaires pour et autour de la RV&A.

Les perspectives de recherche de l'action transversale VENISE sont doubles. Il s'agit tout d'abord des travaux liés aux algorithmes de RV&A et aux méthodes d'interaction Humain-Machine dans des Environnements Virtuels (EVs). Ces perspectives portent ensuite sur les recherches à mener pour l'utilisation des EVs en relation avec plusieurs types d'applications impliquant aussi bien des industriels que des équipes scientifiques (IBP, CRESS, IEF, LPBM, OpenCASCADE, DS, PSA, HAPTION, Vecsys...). En regard des acquis du laboratoire et de ses potentialités par rapport à la diversité des problématiques possibles, le dernier *comité de pilotage scientifique* de cette action transversale a fait le choix d'organiser le programme de recherche de l'équipe VENISE autour de :

- 6 thèmes de recherche : Architectures distribuées et solutions cluster ; Modèles pour l'interaction multimodale en EV ; Etude de modalités pour l'interaction en EV ; Mise en correspondance des mondes réels et virtuels ; Gestion de données complexes ; Conception de paradigmes et de métaphores en RV&A
- 2 groupes de travail : Langages de description de scènes et humains virtuels ; Réalité Virtuelle et Cognition
- 5 applications : Dynamique des Fluides ; Bio-informatique ; Conception Assistée par Ordinateur, Radiologie médicale ; Contrôle à distance de véhicule autonome

Les activités développées dans ces différents axes de recherche seront présentées dans les trois sections ci-dessous. En préalable, nous noterons que la dualité des activités de recherche de VENISE, à savoir le fait de mener à la fois des travaux fondamentaux sur la RV&A et des recherches appliquées, est possible du fait de la structure spécifique de cette action transversale. Celle-ci est basée sur l'interaction d'un noyau de chercheurs entièrement centré sur les problématiques de VENISE (membres « propres »), avec un ensemble de chercheurs internes ou externes au laboratoire (membres « associés ») dont l'objet d'étude n'est pas exclusivement la RV&A. Par ailleurs, l'action transversale VENISE est maintenant un réel acteur national et international dans le domaine de la RV&A. Tout d'abord, depuis septembre 2004, notre équipe supervise le partenariat des laboratoires CNRS dans le réseau d'excellence INTUITION (NoE du 6ème programme cadre IST). De plus, au cours des 6 derniers mois, l'équipe de VENISE a proposé ou a été associée dans la proposition de plusieurs projets scientifiques régionaux, nationaux ou européens : SYSTEM@TIC (Pôle de compétitivité d'Ile de France), PERF-RV2 (ANR-RNTL), CoRSAIRE (ANR-ARA-MDMSA), CORSAIR (STREP-IST). Nous évoquerons certains aspects de ces projets dans les sections suivantes ou dans la liste des collaborations scientifiques.

Les recherches menées par l'action transversale VENISE ont été principalement développées sur un petit dispositif immersif appelé MUSE<sup>30</sup>. Cet équipement a été acquis à l'aide de trois soutiens financiers : un projet de SESAME (Conseil régional de Ile-De-France, novembre 1999), un soutien du CNRS (juillet 2000) et la partie de financement d'équipements issue de notre partenariat dans PERF-RV (RNTL). En associant certains des dispositifs de MUSE à un écran mobile rétro-projeté, l'action transversale VENISE contribue régulièrement à la formation et à la vulgarisation de la recherche dans le domaine de RV&A. Par exemple, la

---

<sup>29</sup> Site web : <http://www.limsi.fr/venise>

<sup>30</sup> MUSE (Multi-User Stereoscopic Environment) est un dispositif immersif composé de 2 écrans verticaux rétro-projetés à angle droit de 2 mètres de côté (sorte de coin de CAVE<sup>TM</sup>), reconfigurable en un seul écran rétro-projeté à double stéréoscopie (combinaison des technologies actives et polarisées pour l'interaction avec deux reliefs visuels exacts). De plus, MUSE est équipé de capteurs de position (électromagnétique et infrarouge), de systèmes de reconnaissance de la parole et des gestes, d'un système audio 3d et de périphériques haptiques (vibro-tactile et bras à retour d'effort).

dernière animation scientifique fut le stand et les démonstrations présentés par l'équipe VENISE au cours du colloque final de PERF-RV au CEA de Fontenay-aux-Roses (octobre 2004).

## Thèmes de recherche

### Thème 1 « Architectures distribuées et solutions cluster »

*P. Bourdot, T. Convard, A. Tarault, D. Touraine (CECPV, Université Louis Pasteur), J.-M. Vézien*

Un certain nombre de modules logiciels résultant des activités de recherche de l'équipe VENISE sont progressivement intégrés dans la plate-forme EVI3d. Cette plate-forme logicielle est un aspect de l'effort de coordination mené pour étudier les problématiques centrales de RV&A en même temps que pour servir de support aux recherches appliquées de cette action transversale. Pendant les deux dernières années, ces efforts de recherche ont été concentrés sur l'étude des problèmes critiques suivants :

- architecture distribuée pour la gestion de l'interaction multimodale en EV
- distribution du rendu graphique (grappe de PCs)
- gestion de la modalité 3d audio
- contrôle des navigations virtuelles

Les deux premiers points seront rapportés dans les sections ci-dessous. Les deux autres sont présentés plus loin dans le thème 3 (section « 3d audio en RV ») et le thème 6 (section « navigation virtuelle »).

#### Sous-thème « Architecture distribuée pour l'interaction multimodale en EV »

Au sein de la plate-forme EVI3d, l'EVserveur est une architecture logicielle distribuée pour la gestion de l'interaction multimodale dans les dispositifs immersifs, développée au cours des cinq dernières années par VENISE, avec plusieurs objectifs spécifiques et originaux :

- créer une architecture client/serveur multi plate-forme, de sorte que les différentes entrées/sorties peuvent être contrôlées par différentes machines. Cela est essentiel, en raison de la nature intrinsèquement distribuée de la génération d'événements dans les systèmes de RV&A
- gérer des modalités et non pas seulement des périphériques de bas niveau. Ceci signifie que différents niveaux d'interprétation des données peuvent être gérés par le système. Des moteurs d'identification (voix, geste) ont ainsi été interfacés ou intégrés à l'EVserveur
- gérer la multimodalité : plusieurs entrées peuvent être combinées au niveau du signal ou de l'interprétation, en conservant une flexibilité élevée, une facilité d'utilisation et la synchronisation temporelle et logique. Les travaux récents se sont concentrés sur le développement d'un moteur multimodal générique pour combiner des entrées de voix, de localisation 3d, de capture de geste et d'haptique.

Une grande partie de ces travaux ont fait l'objet de la thèse de D. Touraine soutenue en 2003.

#### Sous-thème « Grappe de PCs pour la RV&A »

La visualisation haute performance sur des dispositifs multi-écrans typiques en EV est de plus en plus accessible aux solutions basées sur des PCs standards. Néanmoins, ce type de rendu graphique n'est pas encore possible sur un seul PC, d'où le besoin de solutions à base de grappes de PCs. Deux approches de rendu graphique sur ce type de matériel<sup>31</sup> ont donc été étudiées durant ces deux dernières années pour des applications de RV&A.

La première est la bibliothèque logicielle DRS (Distributed Rendering System). Initialement conçue pour répondre aux besoins de la CAO en RV en matière de rendu graphique temps réel d'objets déformables sur grappe de PCs (cf. VRAD, voir application 3), cette bibliothèque offre en fait une solution générique, pour les applications qui ont besoin d'être indépendantes du graphe de scène et/ou de la plateforme logicielle de RV. Cette généricité a en particulier été démontrée par son utilisation pour le portage de ADN-Viewer (voir application 2) sur la plate-forme EVI3d. De plus en plus, les grappes de PCs sont considérées comme une solution à faible coût et flexible pour le rendu 3d. Toutefois la perte de l'architecture centralisée rend nécessaire le partage et la distribution de la description de la scène 3d de manière efficace et synchronisée. Les solutions existantes se basent sur des descriptions de scènes statiques ou bien sur des commandes très

bas niveau (affichage de primitives). La bibliothèque DRS a été développée comme une solution middleware de rendu sur grappe de PCs.

Une autre solution a cependant dû être développée dans le contexte de la conception d'une interface de Réalité Augmentée pour de la conduite distance de véhicule (voir application 5). Cette seconde approche de rendu sur grappe de PCs combine la plate-forme RTMaps avec OpenSceneGraph. Cette solution permet de gérer et de synchroniser des flux vidéo, ainsi que des objets 3d déformables. Son avantage principal est la modularité, autorisant l'intégration de nombreux périphériques tels une caméra stéréo ou un capteur de mouvement 6DDL.

En terme de perspectives, la bibliothèque DRS pourrait être étendue à d'autres modalités, comme l'haptique. En effet, le même problème de distribution d'objets 3d survient lorsque l'on connecte plus d'un périphérique haptique au système de RV. Comme l'haptique a besoin de taux de rafraîchissement élevés et de descriptions géométriques détaillées, DRS est vraisemblablement bien adaptée aux applications de rendu haptique distribué. Par ailleurs, une évolution naturelle pour DRS serait d'utiliser un protocole réseau de type multicast (connexion réseau multipoint) pour utiliser moins de bande passante. Contrairement à TCP, des algorithmes de vérification doivent être mis en place afin de s'assurer que les données ont bien été reçues. Ces techniques induisent un surcoût en charge réseau. Nous avons mené des tests préliminaires sur notre grappe de PCs montrant que le surcoût est trop important comparé au gain du multicast. Toutefois, sur une grappe de PCs comportant plus de nœuds (pour gérer une CAVE 6 faces par exemple) le multicast doit être reconsidéré.

## Thème 2 « Modèles pour l'interaction multimodale en EV »

*Y. Bellik, P. Bourdot, G. Bouyer, A. Braffort, B. Katz, J. Mariani, D. Touraine (CECPV, Université Louis Pasteur), J.-M. Vézien.*

La *multimodalité* est la capacité d'un système à échanger des informations porteuses de sens avec un utilisateur, à travers différents canaux sensori-moteurs (parole, geste, vision, audition, haptique...). La RV est un sous-domaine avancé de l'IHM qui permet à des humains de percevoir et de manipuler des environnements numériques de manière immersive. Il semble donc évident d'essayer d'appliquer ce concept de multimodalité dans des EVs.

### Sous-thème « Fusion multimodale en EV »

L'interaction naturelle en EV est une condition *sine qua non* pour promouvoir l'usage de la RV dans des applications complexes et de haut niveau (CAO, exploration de données...). Récemment, plusieurs recherches se sont concentrées sur la reconnaissance de parole, de langage ou de geste pour combler les lacunes des traditionnelles interfaces clavier/souris, peu appropriées aux EVs. Cependant, la fusion et l'interprétation de multiples signaux en entrée reste un problème d'actualité. Dans ce domaine, nos recherches ont mis l'accent sur le design et l'implémentation d'un système générique de fusion multimodale dédié à l'interaction en EV.

Le modèle choisi est un moteur à trois niveaux qui construit progressivement des messages abstraits, indépendants des capteurs, pour décrire les actions de l'utilisateur sans tenir compte des caractéristiques réelles d'entrée. Il autorise virtuellement n'importe quelle interaction multimodale et est configurable et adaptable simplement par des fichiers XML. Tourné vers les EVs, le système traite également les problèmes d'acquisition distribuée et de synchronisation de données, résout l'ambiguïté multi-utilisateurs et supporte la redondance et la complémentarité. Comme il a été conçu pour être générique et indépendant du matériel, il a été testé avec succès avec des interfaces plus conventionnelles (jusqu'aux *widgets* PC) mais également avec des émulateurs (faux capteurs utilisés en débogage).

Ces travaux sont menés en coopération avec D. Touraine, actuellement en post-doc à Strasbourg.

### Sous-thème « Fission multimodale en EV »

La multimodalité en sortie est de plus en plus étudiée en RV. Cependant, les recherches qui combinent réellement les trois canaux sensori-moteurs humains (vision, audition, haptique) sont rares. D'une part, ces études sont le plus souvent tournées vers l'IHM (dispositifs « de bureau ») et non vers la RV (dispositifs

<sup>31</sup> Les nœuds actuels de notre grappe sont des PCs bi-processeurs dotés d'une carte graphique Nvidia Quadro FX 3000G et de

immersifs). D'autre part, deux approches de l'interaction multimodale en sortie sont possibles en RV. L'une « orientée perception », la plus populaire actuellement, vise à rendre chaque feedback le plus réaliste possible pour que l'utilisateur perçoive le monde virtuel comme le monde réel, et qu'il ait une interaction naturelle avec celui-ci. Par conséquent, comme l'être humain perçoit le monde réel à travers tous ses canaux de perception, les systèmes de RV doivent les stimuler et les dispositifs doivent être les plus proches possibles des caractéristiques humaines. A l'inverse, il existe une autre approche « orientée tâche », où les chercheurs essaient d'exploiter les défauts et les qualités des feedbacks disponibles pour créer des interactions, non spécifiquement réalistes, mais surtout pertinentes et efficaces pour l'activité de l'utilisateur.

Nos recherches en rendu multimodal suivent l'approche orientée tâche. Nos objectifs sont d'une part, le couplage de plus de deux modalités (en l'occurrence : visuelle, audio et haptique), d'autre part, l'indépendance par rapport à l'application.

Nos travaux récents se sont concentrés sur l'amélioration de TOTEM, un moteur à base de règles pour le rendu multimodal en EV. Une grande partie de la conception du modèle est terminée : pour différents types d'événements, le moteur sélectionne la liste des modalités de sortie possibles et recommandées, en fonction du contexte (utilisateur, disponibilité des médias, sens de l'événement, etc.). Les règles de distribution sont principalement déterminées en adaptant des expériences psychophysiques ou de RV existantes, mais des choix arbitraires sont également pris en compte. L'intégration du moteur dans la plate-forme EVI3d est en cours. L'étape suivante sera la conduite de tests pratiques et d'expériences psychophysiques au sein de certaines applications de VENISE. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la préparation de la thèse de G. Bouyer.

### Thème 3 « Etude de modalités pour l'interaction en EV »

*A. Afonso, A. Blum, B. Bossard, P. Bourdot, G. Bouyer, A. Braffort, C. Jacquemin, B. Katz, J.- M. Vézien*

Le groupe TLP du LIMSI développe depuis de nombreuses années des recherches dans le domaine du traitement de la parole. De son côté, le thème 2 de l'action transversale VENISE (cf. section précédente) a acquis une certaine expérience sur l'intégration de systèmes de reconnaissance de la parole. En effet, l'un de nos démonstrateurs (LogoMultimodal, voir rapport d'activité précédent) et l'une de nos applications (cf. VRAD, voir application 3) utilisent depuis longtemps des interactions verbales, ce tout particulièrement parce que l'EVserveur, qui a servi au développement de ces logiciels, inclut des solutions (synchronisation temporelle de calculateurs, datation des événements, gestion des latences...) pour l'intégration de modalités basées sur des processus de reconnaissance. Dans ce contexte, les activités de recherche du thème 3, objet de la présente section, se focalisent actuellement sur trois autres modalités fondamentales pour l'interaction immersive multimodale, à savoir : la reconnaissance de gestes, l'audio 3d et l'haptique.

#### Sous-thème « Reconnaissance de gestes en EV »

Le LIMSI mène des recherches en reconnaissance et interprétation de gestes depuis plusieurs années dans des domaines variés : traduction de messages en langue des signes (LS), interactions multimodales... Concernant la RV, nous avons commencé par réaliser un système opérationnel de reconnaissance de gestes en temps réel. Ce système a été implémenté sous la forme d'un module pour la plate-forme EVI3d. Ainsi, toutes les applications élaborées à partir de cette plate-forme peuvent utiliser les interactions gestuelles.

Actuellement, nous étudions les aspects communs entre les mécanismes linguistiques mis en œuvre en LS et en interaction gestuelle pour la RV. Cela nous permet d'expérimenter de nouveaux types d'interactions gestuelles pour manipuler des scènes virtuelles. Pour réaliser ces expérimentations, nous adaptons la plate-forme BIS (reconnaissance automatique de gestes bimanuels conçue pour la LS) au domaine de la RV. Ce nouveau système (basé sur les modules de reconnaissance conçus pour la plate-forme EVI3d) permet de combiner les gestes mono et bimanuels, et offre la possibilité de détecter les relations spatiales et temporelles entre les mains (par exemple, on peut exprimer avec les deux mains qu'un objet est à la gauche d'un autre).

Ces travaux sont menés dans le cadre de la thèse de B. Bossard qui doit être soutenue prochainement.

## Sous-thème « Audio 3d en EV<sup>32</sup> »

Les recherches sur la modalité audio ont débuté en 2003 dans VENISE, avec comme objectif l'utilisation du rendu audio au-delà des simples messages alertes et de rendu d'ambiances sonores. La capacité humaine de localisation dans l'espace des sources sonores et de séparation de flux audio multiples, ainsi que la perception de paramètres simultanés (position, hauteur, timbre, rythme) permet d'appliquer le rendu audio spatialisé à des situations plus complexes. Ce travail a été initialement centré autour de l'intégration de la bibliothèque audio de spatialisation Spat (développée à IRCAM, dans l'environnement logiciel Max/MSP) dans la plate-forme EVI3d (cf. démonstrateur SAMSON) et dans le logiciel VirChor (voir groupe de travail 1).

Sur la plate-forme EVI3d, le démonstrateur SAMSON vise à présenter la richesse des retours sensori-moteurs disponibles en environnement immersif et met en exergue les feedbacks audio 3d et vibro-tactile. Concernant la modalité audio, les objets sont pourvus d'une spatialisation sonore en plus de la visualisation stéréoscopique, et peuvent par exemple être repérés à l'écoute, lorsqu'ils sont situés hors du champ visuel de l'utilisateur. Ce son spatialisé est restitué en temps réel à l'utilisateur via un système binaural, au casque.

Des extensions spécifiques de la bibliothèque standard Spat ont été développées. Elles incluent la gestion d'utilisateurs multiples et l'adaptation du rendu à différentes morphologies d'utilisateurs pour optimiser la précision de localisation. Bien que l'essentiel du travail se soit focalisé sur le rendu binaural pour obtenir une précision élevée, l'équipe VENISE examine actuellement un système ambisonique pour le rendu par haut-parleurs de scènes audio 3d. Cette option de rendu non individualisé est orientée vers un contexte de plus larges audiences, similaire au rendu stéréoscopique visuel sans suivi 3d de l'utilisateur.

Un effort conséquent de recherche a par ailleurs été porté sur le développement d'un environnement audio immersif de RV pour l'usage dans des études concernant la perception mentale de l'espace. Cette étude est présentée un peu plus loin dans ce rapport (voir groupe de travail 2 « RV et Cognition »).

Enfin nous visons à explorer deux directions importantes de recherche avec l'inclusion de l'audio dans les environnements de RV&A. L'optimisation de la qualité et la précision du rendu, relativement à l'adaptation du rendu à chaque utilisateur, est de première importance. Plusieurs études sont en cours ou vont débuter dans un proche avenir pour étudier les variations dues à l'individualisation du rendu et aux moyens à mettre en oeuvre pour adapter rapidement le système à un individu. Les méthodes courantes exigent en effet des mesures longues et un matériel spécifique peu compatibles avec un usage démocratique. La deuxième direction de la recherche concerne l'utilisation de la modalité auditive pour communiquer efficacement des informations à l'utilisateur, au-delà du simple « beep ». Cet aspect concerne deux applications principales. La première est la synthèse de parole spatialisée, la seconde le rendu de données complexes et interactives par l'audio, aussi appelée « sonification ». Bien que moins précise dans l'espace que la modalité visuelle, le champ spatial de la modalité audio est beaucoup plus grand et les problèmes relatifs aux occultations y sont rigoureusement différents. Ces contrastes entre audition et vision offrent des possibilités pour des interprétations très variées de la même donnée brute.

## Sous-thème « Haptique »

L'intégration efficace de la modalité haptique dans un système de RV&A pose des défis extraordinaires pour des chercheurs et ingénieurs dans ce domaine d'activité. Fournir à l'utilisateur d'un EV une telle fonctionnalité sensori-motrice exige l'interaction physique et le couplage avec des dispositifs particulièrement conçus pour recréer artificiellement des sensations relatives au toucher habituellement caractérisé par :

- un retour d'effort (correspondant à l'application des forces et des contraintes de mouvement sur le corps humain)
- un rendu tactile (stimulant la surface de la peau et simulant diverses sensations cutanées, en particulier texture, température ou contact).

Pour étudier cette modalité, VENISE a tout d'abord acquis un gant vibro-tactile de type CyberTouch™ en 2004 et a expérimenté son intégration dans le démonstrateur SAMSON (déjà évoqué dans la précédente section) afin de fournir à l'utilisateur certaines rétroactions tactiles spécifiques. Bien que la rétroaction vibro-tactile ne soit pas usuelle (c'est-à-dire que nous ne la possédons pas dans le monde réel), elle s'est montrée efficace en fournissant des informations sur l'interaction entre l'utilisateur de RV et les objets 3d virtuels, pour avertir par exemple d'une collision entre la main et les objets, quantifier le degré d'interpénétration

---

<sup>32</sup> Pour plus de détail, voir : <http://rs2005.limsi.fr/chm/ps/ps11/index.html>

entre main et objets, ou indiquer la reconnaissance d'un geste par le système (par exemple le geste de saisie).

D'un autre côté le travail sur un dispositif Virtuose™ de la société HAPTION S.A. a commencé par une recherche bibliographique orientée sur les tests existants sur les bibliothèques actuelles de détection de collision. Les systèmes haptiques ne peuvent en effet pas fonctionner sans un module efficace de détection de collision associé, essentiel pour calculer les forces à appliquer aux points de contact avec les objets virtuels. Il existe des contraintes spécifiques d'emploi pour des interactions haptiques : la compatibilité avec les représentations surfaciques des objets (souvent des listes de facettes), la vitesse de calcul (framerate de 1kHz), la détection de collision de type « N-corps » et la gestion de topologies convexes et concaves. Des tests approfondis ont été conduits avec les bibliothèques RAPIDES et PQP. Les résultats prouvent que la détection exacte de collision avec les volumes hiérarchiques englobants est plus rapide et plus précise qu'avec des tests de proximité, et de plus, elle fournit tous les points de contact. C'est pourquoi cette technique semble plus appropriée à l'interaction haptique. Le travail en cours de développement est maintenant la programmation d'une interface permettant d'utiliser le Virtuose au sein de la plate-forme d'EVI3d, ainsi que l'implémentation des métaphores haptiques pertinentes.

## Thème 4 « Mise en correspondance des mondes réels et virtuels »

*P. Bourdot, R. Gherbi, O. Magneau, A. Tarault, J.-M. Vézien*

### Sous-thème « Optimisation des systèmes IR de suivi 3d »

Les applications en environnement virtuel nécessitent la connaissance de la position et de l'orientation des utilisateurs afin de rendre possible l'interaction intuitive, comme par exemple pour la stéréoscopie adaptative, le calcul, la commande de navigation ou l'interaction gestuelle. Les recherches menées dans ce contexte abordent la problématique du suivi par le biais d'un dispositif capture infrarouge (IR) qui offre une solution évitant l'existence d'un lien physique entre utilisateur et dispositif.

L'originalité de notre approche réside dans le traitement efficace de l'occultation des marqueurs. En effet, durant une acquisition, plusieurs marqueurs peuvent être occultés par les utilisateurs du fait qu'on contraint le dispositif pour limiter le nombre de caméras IR. La solution consiste essentiellement à réduire les effets d'occultation par une distribution optimale des marqueurs sur les utilisateurs. Par ailleurs, un algorithme rapide et robuste d'identification de marqueurs a été implémenté. L'approche globale est basée sur l'association de la distribution de marqueurs avec leur identification, afin d'optimiser le nombre de marqueurs visibles.

Ces travaux ont été menés dans le cadre de la thèse de *O. Magneau*.

### Sous-thème « Interface en Réalité Augmentée »

Cette étude est motivée par la recherche de la meilleure interface pour la supervision à distance d'un véhicule semi-autonome, comme décrit dans l'application 5. Beaucoup d'applications dans le domaine de la RA ont choisi d'enrichir la modalité vidéo (issues de capteurs dans le monde réel) en lui superposant des objets 3d virtuels. Nous avons choisi l'approche contraire, qui consiste à enrichir un monde 3d virtuel rassemblant toutes les informations utiles à la conduite, avec une « fenêtre visuelle sur le monde réel », qui permet de percevoir les objets dynamiques et non prévisibles, tels que piétons, voitures, et autres dangers. A l'heure actuelle, les deux flux virtuels et réels sont en voie d'intégration. Notre application permet notamment de coupler les mouvements de tête de l'utilisateur dans le « poste de pilotage immersif » avec ceux de la caméra stéréoscopique embarquée dans le véhicule, de sorte que l'utilisateur perçoive en permanence dans son champ de vision cette fenêtre sur le monde réel. Le but est ici d'optimiser la sensation de présence pour rendre naturelle une opération de conduite distante. Notons que ce paradigme devrait prochainement être étendu à la perception audio.

## Thème 5 « Gestion de données complexes »

*P. Bourdot, T. Convard, N. Fauvet, N. Ferey, R. Gherbi, J. Hérisson, A. Muzy, J.-M. Vézien*

### Sous-thème « Niveaux de détails dynamiques »

Au vu des besoins en rendus graphiques complexes (stéréoscopiques) des applications de RV, les niveaux de détails ou LoDs (Level of Details) sont exploités pour réduire dynamiquement le nombre de polygones des scènes virtuelles, et par conséquent permettre leur affichage en temps réel. Spécifiquement, notre utilisation des LoDs tient compte de ce qui intéresse à un instant donné l'utilisateur dans la perception d'une scène 3d. Le niveau du rendu d'un ensemble de polygones est ainsi choisi en considérant la distance à l'utilisateur, couplée à une variation du niveau de détail qui dépend de sa déviation radiale par rapport à la direction du regard de l'utilisateur. Par conséquent, des détails plus fins seront perçus sur les données proches de l'utilisateur, mais avec une définition moins fine sur les objets situés en vision périphérique. Cet usage des LoDs est particulièrement approprié aux applications de RV où l'utilisateur ne perçoit pas les données par le biais de fenêtres réduites sur un écran d'ordinateur, mais est immergé et peut appréhender tout ce qui l'entoure avec un vaste champ visuel.

Pour ce qui concerne les applications en Mécanique des Fluides, nous utilisons les LoDs dynamiques pour effectuer l'extraction dynamique d'isosurfaces (dépendantes du point de vue), en s'appuyant sur une structure adaptée aux représentations volumétriques, décrite dans la section suivante. Nous avons choisi un algorithme dérivé de l'approche dite de « chain-gang », qui permet de calculer les raccords des différents LoDs d'une isosurface efficacement et en temps réel. Cette approche s'est avérée assez féconde, mais n'a pas résolu toutes les incohérences topologiques qui pourraient se produire entre des zones de LoDs différents, de sorte que cette recherche n'est pas encore finalisée. Nous étudions également des techniques alternatives qui n'exploitent pas une représentation polygonale de type isosurface, tels que le rendu par point ou le rendu volumique, pour réduire encore de façon pertinente la masse de données à afficher en situation immersive.

### Sous-thème « Gestion de données massives »

La visualisation scientifique soulève souvent des problèmes de gestion de données massives, aboutissant généralement à un large dépassement des capacités de mémoire de nos ordinateurs actuels. Par exemple, les simulations en Mécanique des Fluides génèrent des données 3d colossales telles que les champs 3d de vecteurs de vitesse. La plupart du temps, ces champs nécessitent d'être représentés dans leur intégralité, afin de comprendre les phénomènes qui se produisent, mais aussi en raison de la nécessité inhérente à la RV de gérer la totalité de la scène 3d, puisque la visualisation immersive ne se limite pas à une petite fenêtre d'écran.

Les techniques simplistes visant à charger la totalité des données, à construire une représentation 3d complète de cette masse de données et à effectuer le rendu de chaque élément de cette représentation sont inutiles voire impossibles à réaliser dans certains cas du fait même de la taille du volume de données à traiter. Dans ce contexte, les solutions possibles pour gérer de tels volumes de données aboutissent : soit au chargement global des données mais à une basse résolution (ce qui permet de garder le volume original et sa représentation 3d en mémoire), soit au chargement complet du volume initial de données mais en utilisant des techniques spéciales pour réduire sa représentation 3d en mémoire.

C'est vers cette seconde approche que se sont portés nos travaux pour l'exploration immersive en Mécanique de Fluides (voir application 1). Pour ce faire, nous avons conçu une structure hiérarchique légère de partitionnement spatial des données à analyser. Il s'agit d'un arbre à base de boîtes englobantes calé sur le maillage 3d des données, arbre dont chaque cellule possède des informations de connectivité sur ses cellules adjacentes. Ceci nous offre la possibilité d'exécuter un *rustum culling* pour éliminer très tôt une grande partie des données, puis d'appliquer les techniques de LoDs dynamiques précédemment décrites sur les données restantes. Ainsi, on ne traite qu'un nombre relativement faible de polygones en mémoire avant d'afficher la scène. Par ailleurs, nous développons une autre méthode basée sur une compression par ondelettes des données directement issues des calculs de simulation de Mécanique des Fluides. La décompression des données se fera à la volée sur les parties utiles à l'observation, diminuant ainsi l'impact des données originales en mémoire. Afin de réaliser cette opération en temps réel, nous cherchons activement une manière d'exécuter sur les cartes graphiques GPU la décompression 3d locale de la représentation par ondelettes.

Dans le contexte du stage post-doctoral de A. Muzy, nous nous sommes également servis d'une partie de ces techniques pour la gestion des données massives relatives à la représentation de terrain, de feu et de végétation. Le but était le développement d'une première plate-forme de visualisation des expérimentations et des simulations de risques, appliquée au problème des incendies. Parmi les phénomènes naturels complexes se produisant à grande échelle, la propagation de feu peut être en effet considérée comme un des plus difficiles à étudier. La compréhension de ce phénomène et de ses conséquences à grande échelle est un défi pour des scientifiques de nombreuses disciplines (physique, génie informatique, mathématiques, biologie, etc...).

Enfin, d'autres approches ont aussi été étudiées sur la gestion de données massives dans le cadre de l'application de la RV à la Bioinformatique (voir application 2).

### Sous-thème « Compression de données pour cluster graphique »

Afin de réduire les besoins en bande passante de la bibliothèque DRS (voir thème 1, paragraphe « Grappe de PCs pour la RV&A »), la géométrie des maillages est compressée par le nœud maître avant d'être distribuée, et les nœuds esclaves doivent décompresser ces données pour effectuer le rendu. Pour obtenir une réelle optimisation, le temps cumulé de la compression des données du maillage, de l'envoi des données compressées et de décompression doit être inférieur au temps nécessaire à l'envoi des données non compressées. Des méthodes de compression et de décompression extrêmement rapides, sans étapes de précalcul, sont donc nécessaires. Par exemple, dans le cas de la conception de formes, les objets sont créés en temps réel et il n'est donc pas envisageable de pré-calculer des structures de données complexes. Cette contrainte empêche l'utilisation d'algorithmes sophistiqués de compression pour lesquels le calcul d'un graphe de connectivité du maillage est pré-requis.

Dans DRS, les données des sommets des maillages (coordonnées, normales, couleurs...) sont compressées selon une approche de quantification, autorisant un ratio de compression de 1/3 en temps réel. La connectivité (les triangles) des maillages est compressée avec la génération de primitives de type triangles strips (rubans de triangles), offrant aussi un ratio de compression de 1/3 en temps réel.

Les bénéfices de la compression de la géométrie sont dépendants de la vitesse de calcul du processeur et de la bande passante du réseau : la vitesse du CPU détermine les temps de compression et de décompression alors que la vitesse du réseau détermine les temps de transfert. Les résultats sont concluants et peuvent être améliorés en utilisant de la programmation bas niveau en assembleur pour l'implémentation des algorithmes de compression et de décompression.

## Thème 6 « Conception de paradigmes et de métaphores »

*P. Bourdot, T. Convard, J. Hérisson, O. Magneau, O. Matte-Tailliez (LRI), A. Tarault, W. Turner, J.-M. Vézien, C. Toffano-Nioche, D. Touraine (CECPV, Université Louis Pasteur)*

### Sous-thème « Navigation virtuelle »

Les rendus des différentes modalités en RV peuvent être dédiés à un utilisateur particulier (par exemple dans une tâche de conception) ou à un plus grand public (analyse de données). La gestion efficace des deux situations a mené à l'implémentation de la métaphore dite de « véhicule », qui peut embarquer un ou plusieurs utilisateurs, tandis que les propriétés de rendu restent spécifiques à chacun d'eux. De plus, un système de contrôle de navigation employant un traqueur 6DDL a été conçu et développé. Les deux fonctionnalités font partie d'un module logiciel appelé HCnav. Ce système de navigation virtuel peut être appliqué au mouvement de la tête ou de la main de l'utilisateur. Des évaluations psychophysiques ont montré que la commande main-libre de navigation, proposée dans le module de HCnav, semble être, dans certaines conditions de navigation, une alternative plus efficace que le pilotage par la main.

### Sous-thème « Métaphore de conduite »

Pour commander un véhicule à distance, le premier problème consiste à choisir la métaphore de conduite appropriée. Ainsi nous avons développé un simulateur permettant de tester différents moyens pour commander à distance la navigation d'un véhicule. Celui que nous avons retenu permet à un utilisateur distant de conduire le véhicule de deux manières : il peut soit spécifier un but à atteindre par le véhicule de

façon autonome (avec un horizon temporel de dix secondes), ou bien il peut lui-même piloter le véhicule à la façon d'un conducteur habituel.

Nous avons conçu un périphérique qui permet de commuter facilement entre ces deux modes : appelé SkyBall, il consiste en une TrackBall associée à un dispositif de localisation 3d en temps réel. Seuls les 3 degrés de liberté correspondant aux rotations sont employés pour commander le véhicule. L'élévation permet de commander la vitesse en mode de conduite distante et la distance au but dans le mode supervision. L'angle d'azimut commande l'angle du « volant » virtuel en mode conduite et l'angle entre l'orientation courante du véhicule et le vecteur le reliant au but dans le mode autonome. Enfin, l'angle de tangage est utilisé seulement en supervision, et commande l'orientation finale du véhicule à la fin du segment de conduite.

### Sous-thème « Détection de collisions pour la sélection d'objets 3d »

Dans le contexte de nos travaux sur les techniques d'interaction pour des activités de conception de formes en EV, une tâche importante est la sélection d'entités géométriques avec une interaction directe de l'utilisateur. Cette tâche requiert une détection 3d temps réel des intersections possibles entre un avatar contrôlé par l'utilisateur et les objets de la scène. Dans ce contexte, nos besoins sont totalement différents de ce qu'on peut trouver dans d'autres applications en EV où la détection de collisions sert une simulation dynamique. Par exemple, nous n'avons pas besoin de points de contact, de normales ou de distances d'interpénétration. Toutefois, nous devons gérer une gamme étendue d'objets géométriques : points, courbes, surfaces et solides.

Notre méthode est basée sur l'accélération matérielle offerte par les cartes graphiques et proposée par la bibliothèque logicielle OpenGL. Le principe de cette technique est d'approximer l'avatar 3d par un volume de vision d'OpenGL (ou *frustum*), ce qui est facilité par l'utilisation de plans de clipping additionnels, et ensuite d'effectuer des requêtes de visibilité sur les objets de la scène en lisant le contenu du framebuffer. Ce système nous permet de gérer toutes les entités géométriques de la même façon. De plus, nous pouvons spécifier une « épaisseur » pour les points et les lignes en OpenGL, ce qui nous permet d'implémenter un *snapping 3d* (aimanter) de manière élégante. De façon à accélérer le processus, des tests sur des hiérarchies de boîtes englobantes sont effectués en amont.

En conclusion, nous avons proposé une méthode pratique pour la détection de collision entre objets 3d pour l'interaction. Cette technique a été employée avec succès dans une application de conception de formes en EV (voir application 3).

### Sous-thème « Travail collaboratif »

La sociologie des sciences et des techniques permet d'étudier l'usage de la RV, en particulier en Biologie. Le travail collaboratif rendu possible par l'application immersive ADN-Viewer (voir application 2) se prête particulièrement bien à ce type d'étude. Elle met en scène un « innovateur » qui, dans le cas étudié, est un biologiste désireux de comprendre les caractéristiques génomiques des îlots de pathogénicité d'une bactérie entérohémorragique, en comparant la représentation 3d du chromosome d'une bactérie pathogène avec celle d'une bactérie de référence non-entérohémorragique.

Nos analyses ont cherché à identifier les sources d'incertitude associées à l'usage de la modélisation informatique et à suivre les efforts du biologiste-innovateur pour les éliminer. Deux observations retiennent plus particulièrement l'attention. La première concerne le degré de fiabilité des informations et des données provenant de la modélisation. Avant d'avoir pu formuler des hypothèses scientifiquement intéressantes, la modélisation informatique a dû être enrichie pour permettre la mise en oeuvre du projet comparatif. Le fruit de cette collaboration biologie/informatique a été de nouvelles métriques pour visualiser, à des échelles variables, les propriétés génomiques identiques des deux souches bactériennes étudiées. Un deuxième travail collaboratif a eu lieu entre biologistes et bioinformaticiens pour déterminer ce qui constitue une caractérisation scientifiquement valable des îlots de pathogénicité en RV. Ce travail a nécessité la définition collective d'un protocole de lecture leur permettant de donner un sens à la représentation 3d et la mise au point d'une procédure d'interprétation faisant appel aux données factuelles connues et issues de la biologie « classique ». L'objectif est de mieux comprendre et gérer les dynamiques de l'innovation scientifique dans l'environnement collaboratif développé par l'action transversale VENISE, analyses qui viennent juste de commencer.

## Groupes de travail

### Groupe de travail 1 « Langage de description de scènes et humains virtuels<sup>33</sup> »

*C. Jacquemin, L. Bolot, P. Bourdot, A. Braffort, B. Katz, J.-C. Martin, J.-P. Sansonnet, J.-M. Vézien.*

Le groupe de travail sur le langage de description de scènes et les humains virtuels a commencé en 2004 afin de combiner les efforts de recherche sur les langages et les visualiseurs 3d sur les scènes interactives et les humains virtuels. L'activité du groupe s'est d'abord focalisée sur les langages pour la description de scènes 3d. Les réunions de groupe ont consisté en des présentations de combinaisons de scènes virtuelles et de rendu immersif. Les discussions scientifiques de ce groupe ont fortement influencé les développements de VirChor<sup>34</sup> (Virtual Choreographer), un langage XML déclaratif et un visualiseur pour scènes 3d constituées d'objets graphiques et soniques, afin de pouvoir être utilisé dans la modélisation 3d d'un environnement immersif.

La deuxième année, les réunions du groupe se sont focalisées sur les humains virtuels et sur leurs applications. Puisque de nombreuses activités de recherche au LIMSI portent sur la communication homme machine, il nous est nécessaire de développer des langages de modélisation et de rendu d'humains virtuels. Parmi les applications ciblées par ces activités, il y a : l'éducation et le jeu, l'animation pour la génération automatique du langage des signes, les usines et les bureaux virtuels, le travail collaboratif...

Les activités de ce groupe de travail ont contribué à la convergence des applications qui requièrent des environnements et des agents virtuels, et la modélisation de scènes et d'humains virtuels. Un nouveau groupe de travail sur les *Têtes parlantes*, a été créé en juin par Jean-Claude Martin avec le support du laboratoire au travers d'une Action Incitative. Son but est d'intégrer dans un cadre unifié le travail scientifique réalisé au laboratoire sur la synthèse de la parole, la modélisation du dialogue, l'animation 3d interactive et les agents virtuels.

La plupart des modélisateurs 3d sont dédiés à la création de contenus pré-calculés (création de flux vidéo). Comme on peut le constater, le projet VirChor est un effort pour la création et la gestion de contenus interactifs (audio et graphique 3d). VirChor repose sur des descriptions XML et implémente un passage de message entre l'utilisateur et les objets 3d ou entre les objets 3d et le monde virtuel. Les comportements autonomes, l'animation ainsi que des interpolateurs génériques sont disponibles afin de créer rapidement des grandes variétés de contenus dans les applications de RV. En conséquence, un travail est en cours pour développer une interface entre VirChor et la plate-forme EVI3d.

En terme de perspectives, l'activité de ce groupe de travail sera étendue dans les directions suivantes :

- poursuivre de développement de l'animation et de la modélisation de scènes pour les têtes parlantes en collaboration avec la synthèse de la parole (groupe PS) et la modélisation des émotions (groupe AMI)
- appliquer la modélisation des scènes virtuelles et des objets à des travaux artistiques telles que des installations, des performances de théâtre, des instruments de musique virtuels
- collaborer avec de la visualisation d'information non immersive afin de proposer des visualisations continues depuis la 2d jusqu'à la navigation dans des données 3d
- développer des modélisations de scènes immersives en collaboration avec des travaux sur la multimodalité au LIMSI par la connexion entre EVI3d et Virtual Choreographer
- continuer le développement des modélisations pour les avatars signants (scène de narration et animation) et transferts des modèles dans le domaine de la RV en collaboration avec l'Action Thématique Geste du département CHM.

### Groupe de travail 2 « RV et Cognition »

*M. Denis, A. Afonso, A. Blum, M.-P. Daniel, C. Jacquemin, B. Katz.*

La RV offre un ensemble de plates-formes exceptionnelles au service de la recherche interdisciplinaire, en particulier dans l'investigation de la cognition et du comportement chez l'homme. Des situations expérimentales originales permettant d'étudier les processus mentaux engendrés par les environnements virtuels ont été créées au cours des dernières années. La stratégie du LIMSI s'appuie sur la conviction que le

<sup>33</sup> Les rapports sur ces travaux sont disponibles sur : <http://perso.limsi.fr/jacquemi/VENISE/>.

<sup>34</sup> Virtual Choreographer (visualiseur et descriptions de scènes en XML) : <http://virchor.sourceforge.net/>.

développement technologique des outils de RV doit inspirer les chercheurs en sciences cognitives et comportementales. Les collaborations internes au laboratoire et à l'extérieur de celui-ci visent à démontrer la capacité de la RV à servir des objectifs authentiquement scientifiques.

Un groupe de travail « RV et Cognition » a été mise en place en janvier 2005 sous la responsabilité de M. Denis. Il est hébergé par le Groupe « Perception Située » au LIMSI. Il consiste à veiller à ce que les ressources technologiques avancées en matière de RV au LIMSI inspirent la recherche cognitive et comportementale. Une première investigation a été consacrée aux processus par lesquels les individus construisent des connaissances spatiales au sein d'un environnement virtuel 3d. Afin de rendre compte du rôle de la vision dans ce type de situation, des personnes aveugles et des personnes voyantes privées de vision ont participé à l'expérience. Les sujets étaient invités à reconstruire un environnement spatial contenant plusieurs sources sonores à l'aide d'un pointeur laser. Des mesures de similarité entre l'environnement original et l'environnement reconstruit ont révélé que l'apprentissage impliquant une exploration active permettait aux participants d'effectuer ensuite des estimations de distance plus exactes que l'apprentissage d'une description verbale. Dans une tâche d'exploration mentale, une corrélation entre les distances et les temps d'exploration – qui reflète de manière classique le caractère analogique de la représentation construite – a été observée dans les deux conditions d'apprentissage, mais de façon plus marquée et avec des temps plus courts après l'apprentissage verbal. Cette recherche connaît une extension depuis avril 2005, sous la forme d'une thèse effectuée par A. Blum dans le cadre du STREP « Wayfinding » de l'Union Européenne. Ce travail porte sur le rôle des mouvements de la tête et sur l'impact de la réverbération dans la navigation en l'absence de vision.

D'autres activités du groupe de travail « RV et Cognition » consistent en l'organisation de séminaires où sont invités des spécialistes de la communauté RV intéressés par l'utilisation des outils de RV dans l'étude des questions cognitives.

## Recherches appliquées

### Application 1 « Réalité Virtuelle pour la Mécanique des Fluides »

*J.-M. Vézien, N. Fauvet, Y. Fraigneau, F. Lusseyran, P. Bourdot*

Comme nous l'avons déjà signalé, beaucoup de domaines scientifiques produisent de façon routinière des ensembles massifs de données dont l'analyse exige une part d'interaction humaine pour concentrer les études sur les phénomènes intéressants : on peut citer la génomique, la dynamique des fluides (CFD), la météorologie ou la prospection pétrolière. La visualisation scientifique tirerait un bénéfice considérable des possibilités interactives offertes par la RV, en immergeant l'utilisateur dans une représentation 3d à haute résolution des données et en fournissant un certain nombre de rétroactions additionnelles (acoustique, retour d'effort, retour tactile, etc.). Mais les représentations « telles quelles » des données brutes au sein d'un système de RV est généralement impossible en raison même de leur nature massive. Le travail de l'équipe de VENISE dans ce domaine consiste à développer de nouvelles méthodes pour la manipulation interactive des bases de données scientifiques massives.

Dans ce contexte, le travail s'est concentré sur la représentation efficace des résultats des simulations de Mécanique des Fluides en EV. La recherche a porté sur un type de représentation classique, c'est-à-dire le calcul des iso-surfaces sur des données 3d, en considérant plusieurs niveaux de détails (LoDs) possibles, pour en accélérer l'extraction et réduire intelligemment le nombre de primitives graphiques à afficher (voir thème 5, section « Gestion de données Massives »).

En termes de perspectives, ce travail s'oriente maintenant suivant deux axes. L'un vise à une intégration des techniques d'interaction et de rendu des données déjà développées, au sein d'une plate-forme logicielle standard offrant les fonctionnalités indispensables à leur réelle évaluation, notamment en terme d'ergonomie. La plate-forme retenue est AMIRA<sup>35</sup>. Le deuxième consiste à étudier la transposition des phénomènes étudiés sur des modalités autres que visuelle : ceci comprend l'étude de la sonification efficace de données (notamment pour la localisation et l'étude de phénomènes périodiques), ainsi que l'utilisation du retour d'effort pour l'exploration de champs de forces 3d. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la préparation de la thèse de N. Fauvet.

---

<sup>35</sup> Solution commercialisée par TGS-Mercury, [www.tgs.com](http://www.tgs.com)

## Application 2 « Réalité Virtuelle et Bioinformatique »

*R. Gherbi, N. Férey, P-E. Gros, J. Hérisson, C. Martin*

Face aux données massives générées en biologie, l'exploration 3d immersive d'informations génomique est un grand défi en Bioinformatique. Deux outils logiciel sont à l'étude (ADN-Viewer et Genome3DExplorer) et sont intégrés en partie avec la plate-forme EVI3d. Un des principaux enjeux scientifiques de VENISE est la visualisation et l'exploration immersive par le contenu de l'information génomique et plus généralement biologique. Dans ce contexte, des recherches ont été menées en modélisation, structuration et en gestion de scène de ces données 3d massives. En premier lieu, ces recherches se sont concrétisées par la conception de l'environnement logiciel interactif ADN-Viewer pour la représentation 3d et la visualisation des séquences d'ADN. Ce logiciel offre une représentation de la structure 3d que la double-hélice prendrait indépendamment des interactions avec d'autres macromolécules. Le biologiste peut observer la molécule d'ADN d'une manière interactive à tous les niveaux d'intégration, du gène au chromosome. Ce développement a été ensuite augmenté par un travail visant la représentation du contenu informationnel « biologique » des séquences. Ces informations sont souvent issues d'annotations expérimentales ou prédictives. Cette représentation offre aux biologistes l'étude de l'organisation spatiale de ces annotations et de leurs interactions. Ceci a été rendu possible par la conception de la plate-forme GenoMEDIA, qui intègre ADN-Viewer, des bases de données génomiques et un serveur multimédia. En 2005, nous avons effectué des tests d'utilisabilité sur ADN-Viewer en collaboration avec le groupe « user-centred software engineering » de l'université de Concordia au Canada. Les premiers résultats de dépouillement sont encourageants et les données rassemblées seront disponibles dans un futur proche.

Un autre logiciel, Genome3DExplorer, est également à l'étude. Ce logiciel vise la représentation, la visualisation et l'exploration des grandes banques de données génomiques et biologique. L'approche est basée sur un modèle de graphe dynamique et exploite le concept de XML. L'intérêt principal de cette recherche est d'explorer ces masses de données de manière homogène afin de pallier aux problèmes liés aux données complexes et hétérogènes. L'approche exploite, pour la visualisation, un format de fédérateur afin de tenir compte aussi bien des données textuelles que factuelles.

Par ailleurs, nous avons lancé récemment une étude sur le docking virtuel protéine-protéine (protéine-ligand, protéine-ions...) par le biais d'une interaction multimodale immersive. Le but principal de cette recherche est d'optimiser le processus de conception de médicaments dans les industries pharmaceutiques, en particulier, pendant les premières étapes de l'analyse de ligand-protéine.

En perspectives, plusieurs études seront abordées. D'abord, nous projetons d'augmenter les molécules nues d'ADN avec des protéines (nucléosomes...) afin d'adapter autant que possible l'organisation spatiale des chromosomes. En second lieu, Genome3DExplorer doit être intégré dans la plate-forme EVI3d, ainsi des tests d'utilisabilité avec des biologistes pourront être menés. Enfin, un premier prototype de docking virtuel sera réalisé qui sera basé sur les caractéristiques définies en collaboration étroite avec les biologistes structuraux.

Ces travaux ont fait l'objet de la thèse de J. Hérisson et des travaux de thèse en cours de N. Férey, P.-E. Gros et C. Martin.

## Application 3 « Réalité Virtuelle et Conception Assistée par Ordinateur »

*P. Bourdot, T. Convard*

Ces travaux portent sur l'amélioration de l'intuitivité des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) pour la conception géométrique d'objets. Les systèmes traditionnels de CAO sur station de travail utilisent le paradigme WIMP pour leurs interfaces utilisateurs. Or ce type d'interaction ne convient pas à une tâche de conception d'objets 3d. Nous avons montré qu'il est possible de créer des pièces complexes avec une interaction naturelle grâce à la multimodalité en EV.

Afin de réellement bénéficier des apports des technologies de RV, les objets de CAO doivent être « réactifs », c'est-à-dire qu'ils puissent être déformés en temps réel grâce à une manipulation directe. Dans ce but nous avons conçu un modèle d'objets réactifs permettant aux objets décrits par des graphes d'historique de construction d'être déformables. Dans les systèmes CAO sur station de travail, les utilisateurs ont besoin d'interagir avec des menus et fenêtres de dialogue pour modifier l'historique de construction des

objets. Grâce à notre approche, les utilisateurs peuvent modifier cet historique de manière implicite avec une interaction directe et immersive sur la forme des objets.

Cette recherche a progressé durant la thèse de *T. Convard* qui sera soutenue en décembre 2005. A partir de ces travaux, un prototype de CAO en RV nommé VRAD (Virtual Reality Aided Design) a été développé en utilisant l'EVserveur et la bibliothèque DRS de la plate-forme EVI3d (voir thème 1).

En terme de perspectives, VRAD pourrait être étendu à d'autres modalités en sortie, comme l'haptique ou l'audio 3d. Nous avons vu que notre modèle d'objets réactifs pouvait fournir des informations 3d à l'utilisateur lors de sa manipulation. Ces informations peuvent par exemple être exploitées avec un périphérique haptique pour guider l'utilisateur. On aurait ici un retour non réaliste du point de vue physique, mais qui informerait l'utilisateur sur l'état des déformations des objets qu'il manipule. De même, pour l'audio 3d, notre point de vue est qu'il n'est pas pertinent de rechercher le réalisme dans le domaine de la création de formes. De manière plus générale, les systèmes CAO gèrent une quantité importante d'informations qu'ils ne peuvent plus continuer à communiquer à l'utilisateur par le seul canal visuel.

Par ailleurs, un travail conséquent d'évaluation reste à mettre en place. Evaluer uniquement les performances d'un système de RV-CAO en terme de temps pour accomplir une tâche n'est pas suffisant. Pour être pertinentes, ces évaluations nécessitent un cadre applicatif bien délimité où les tâches de conception devront être examinées, mais aussi où les objets conçus devront être expertisés afin de juger de l'apport des dispositifs immersifs.

#### Application 4 « Radiologie médicale et Réalité Augmentée »

*A. Osorio, J. Atif, X. Ripoché*

Voir la présentation du thème Imagerie Radiologique du groupe Perception Située.

#### Application 5 « Réalité Augmentée pour la conduite à distance »

*J.-M. Vézien, A. Tarault, P. Bourdot*

Cette application a été lancée au sein de l'action « Environnement Virtuel et Téléopération » du projet VARVIC (Vision Artificielle et Réalité Virtuelle pour le Co-pilotage), un programme pluriformation (2002-2005) de l'Université Paris-Sud XI. Le but de cette action est de développer un système de réalité mixte permettant la conduite à distance d'un véhicule doté d'autonomie. Les applications associées à un tel projet sont nombreuses, et vont de la télé-opération à la gestion d'une flotte de véhicules. Ce travail a été conduit en collaboration avec le laboratoire IEF de la faculté d'Orsay, qui développe une plate-forme de véhicule semi-autonome appelée PiCar. Concevoir une interface de conduite à distance est un problème complexe car de nombreuses étapes doivent être validées pour que l'interface soit robuste, efficace et facile d'utilisation. Nous avons franchi les premières étapes vers une telle application, en développant un logiciel d'échange de données, un logiciel de rendu pour mélanger informations réelles et virtuelles, et un simulateur pour tester les différents éléments de l'interface.

Nous avons également conçu une architecture logicielle dédiée permettant à plusieurs machines organisées en grappe de commander le système de façon distribuée (voir thème 1, section « Grappe de PCs pour la RV&A »). Un nœud de la grappe est ainsi consacré à l'interprétation des capteurs 3d de localisation de l'utilisateur de RV, un autre à la gestion des nœuds de rendu graphique (deux machines pilotant les deux écrans de notre dispositif de RV), un nœud est consacré à la capture, la compression, et la transmission vidéo, et finalement une machine est dédiée à la gestion des entrées/sorties en provenance du véhicule lui-même. L'interface de conduite à distance, nommée SACARI (supervision d'un véhicule autonome par une interface de virtualité augmentée) est connectée avec la plate-forme de véhicule semi-autonome de l'IEF. Les résultats principaux de ce travail sont, à ce stade :

- dans le domaine de la virtualité augmentée : conception d'une interface immersive pour la conduite à distance, utilisant l'orientation de la tête de l'utilisateur pour piloter en temps réel une caméra stéréo embarquée (voir thème 6, section « métaphore de conduite »)
- dans le domaine de la conduite à distance : réalisation d'un simulateur de conduite à distance basé sur un modèle physique du véhicule et d'une interface de conduite semi-autonome.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la préparation de la thèse de *A. Tarault*.

## Conclusion

L'activité de recherche de l'action transversale VENISE a atteint aujourd'hui une certaine maturité. En plus de ses 40 publications dont 33 avec comité de lecture, plusieurs membres de l'action transversale VENISE sont auteurs ou contributeurs de 4 chapitres dans la 3<sup>ème</sup> édition du « Traité de la RV » dirigé par P. Fuchs (Ecole des Mines de Paris) qui doit paraître en 2006. Par ailleurs, l'équipe VENISE a consacré une grosse partie de ses efforts à développer son audience tant nationale qu'internationale en répondant durant cette période à différents appels à projets.

Au niveau national, nous sommes tout d'abord en mesure de participer à la suite de la plate-forme PERF-RV du RNTL, à savoir PERF-RV2 « L'Humain Virtuel au Travail dans l'Usine du Futur ». En cours de contractualisation, ce projet devrait débuter en 2006 et concerne en premier chef l'application 3 et les thèmes de recherche 1, 2 et 3 de VENISE. Dans le cadre d'une collaboration étroite avec PSA Peugeot Citroën que nous avons développée autour de nos travaux sur la CAO immersive multimodale, l'objectif de notre contribution est de passer à l'évaluation en situation réelle de nos solutions. Dans ce contexte, nos travaux porteront sur :

- la conception de systèmes de gestion multimodale des interactions en RV, non plus dans un environnement de développement ad hoc (cf. plate-forme EVI3d de l'équipe VENISE), mais dans des environnements logiciels standards ou commerciaux (par exemple VIRTTOOLS)
- l'évaluation des concepts proposés dans VRAD sur une plate-forme CAO standard (cf. CATIA), et ce principalement sur des scénarios de tâches spécifiés par PSA Peugeot Citroën.

Le second succès de l'équipe VENISE est l'acceptation du projet CoRSAIRe (Combinaisons de Rendus Sensori-moteurs pour l'AnalYse Immersive de Résultats) dans le cadre de l'Action de Recherche Amont « Masse de Données, Modélisation, Simulation, Applications » de l'ANR. Basé sur un consortium de 5 partenaires (LIMSI-CNRS, IRCAM-CNRS, EBGM-INSERM, LEI-Paris 5, HAPTION S.A.), ce projet est en cours de contractualisation et devrait aussi débuter en 2006. Outre le leadership du projet, nos contributions porteront sur :

- la problématique de la multimodalité en sortie (visuelle, audio 3d et haptique) et donc concernera de nouveau les thèmes de recherche 1, 2 et 3 de VENISE
- l'analyse immersive de données massives en articulation avec les deux applications scientifiques de VENISE, à savoir les applications 1 et 2.

Au niveau international, nous nous sommes fortement impliqués dans le NoE INTUITION « Network of Excellence on vIrtual reality aNd virTual environments applIcatIOns for future workspaces » du 6<sup>ème</sup> programme cadre IST. Cette implication a commencé par la fédération des équipes CNRS concernées par ce réseau d'excellence. Elle s'est poursuivie par notre implication dans de nombreux Working Packages et par le leadership du WP1.2 « Structuring the European Research Era on VR ».

Notre implication dans le NoE INTUITION nous a aussi permis de constituer un consortium européen pour élargir les problématiques du projet national CoRSAIRe à un plus grand nombre d'applications. Cette proposition appelée CORSAIR (STREP-IST) inclut, dans le cycle complet du projet soumis, des processus de spécification des besoins des utilisateurs et des processus d'évaluation des solutions proposées. Pour l'heure, nous attendons le résultat de cette proposition. A défaut de succès sur cet appel, le consortium est déjà prêt à poursuivre sa coopération pour faire aboutir tout ou partie de ce projet lors de futurs appels.

Notons enfin le succès obtenu sur le STREP « Wayfinding », au sein duquel la recherche effectuée porte sur le rôle des mouvements de la tête et sur l'impact de la réverbération dans la navigation en l'absence de vision.

Le nombre des recherches qu'induit la RV&A au sein du département « Communication Humain-Machine », combiné à l'intérêt du département « Mécanique-Energétique » pour la perception immersive de données massives pour l'étude des structures des écoulements turbulents, a amené l'action transversale de VENISE à se doter d'une grande plate-forme immersive. Dans ce contexte, le CNRS a décidé d'accorder au LIMSI un budget pluriannuel pour la construction d'un bâtiment spécifique (dont l'achèvement est prévu courant 2007), pour abriter cet équipement et le développement des activités de recherche de VENISE. De son côté, cette action transversale a soumis en 2005 un nouveau projet SESAME de sorte à acquérir ledit équipement de ce futur bâtiment. Dans un an et demi, l'action transversale de VENISE devrait donc pouvoir offrir aux chercheurs de LIMSI et à ses partenaires, un environnement matériel et logiciel complet de RV&A,

basé sur le concept du système EVE (Environnement Virtuel Evolutif), dispositif multimodal reconfigurable sur lequel le laboratoire travaille depuis 1999 en relation avec plusieurs industriels du domaine.

En résumé, l'action transversale VENISE est aujourd'hui plus que jamais en situation d'exploiter pour ses recherches et de promouvoir auprès de ses partenaires, le dispositif EVE évoqué ci-dessus. Au demeurant, le recrutement de permanents devient aujourd'hui un besoin impérieux pour faire face au développement de nos activités et à leur rayonnement tant national qu'international. En effet, si l'action transversale VENISE rassemble plus de 25 membres au sein du laboratoire et auprès de ses partenaires, seuls 7 de ces membres développent une activité de recherche à temps plein dans le domaine de la RV&A et, parmi ces derniers, seulement 2 sont permanents !

## Collaborations de recherche

### Relations universitaires

- Institute of Communication and Computer Systems (G), University of Nottingham (UK), CEA LIST (F), Center of Applied Technologies in Mental Health University of Basel (D), Helsinki University of Technology (FI), dans le cadre de notre partenariat dans le NoE INTUITION du 6ème programme cadre IST : *P. Bourdot, J.-M. Vézien*
- Professor *P. Boulanger*, Director of the Advanced Man-Machine Interface Laboratory Department of Computing Science University of Alberta. Accueil et encadrement post-doctoral de *P. Figuera* sur la conception d'un modèle pour la fusion multimodale pour les applications de Réalité Virtuelle : *P. Bourdot, D. Touraine*
- Professor *T. S. Huang*, Beckman Institute, UIUC : *J. Mariani, P. Bourdot*
- Dr. *W. Sherman*, NCSA, UIUC : *P. Bourdot, D. Touraine*
- Dr. *L. Gasser*, GSLIS, UIUC : *W. Turner*
- Equipes SIAMES (IRISA-Rennes), LaBRI (Bordeaux) et I3D (INRIA – Rocquencourt & Grenoble), dans le cadre des actions SP2-A2 « Serveur distribué d'événements pour la Réalité Virtuelle » et SP2-A3 « Interactions coopératives locales et distantes » de la plate-forme PERF-RV : *P. Bourdot*
- Equipes « Réalité Virtuelle et Augmentée » de l'Ecole des Mines de Paris, UMR « Mouvement et Perception » (Marseille), SIAMES-IRISA (Rennes), LPPA du Collège de France (Paris), dans le cadre de l'action spécifique « Réalité Virtuelle et Cognition » du département STIC du CNRS : *P. Bourdot*
- Equipe du Professeur *J.-F. Santucci*, Laboratoire Systèmes Physiques de l'Environnement (SPE), UMR 6134 CNRS. Accueil et encadrement post-doctoral de *A. Muzy* sur la simulation d'incendies en RV : *N. Fauvet, P. Bourdot*
- Collaboration scientifique sur *mar:3D* un travail artistique de Bertrand Planes à SIART 2005 (La Paz) avec le soutien de l'AFAA (Association Française d'Action Artistique) à l'ambassade de France à La Paz : *C. Jacquemin*
- CEREMADE Paris 12 : *C. Jacquemin*
- IRCAM – LAM – PuceMuse : *C. Jacquemin*
- Nicéphore Cité, Institut Image Université de Dijon : *C. Jacquemin*
- LRI In Situ : *C. Jacquemin*
- Equipe « Acoustique des Salles » (IRCAM-CNRS) : *B. Katz, P. Bourdot, J.-M. Vézien*

### Relations industrielles

- Alcatel Alenia Space Italia S.p.A. (I)
- Advanced Realtime Tracking GmbH (D)
- HAPTION S.A. (F), Space Applications Services (B), dans le cadre de notre partenariat dans le NoE INTUITION du 6ème programme cadre IST : *P. Bourdot, J.-M. Vézien*
- OpenCASCADE S.A. : *P. Bourdot, T. Convard*
- ACIS Saptial Technology (Dassault Systèmes) : *P. Bourdot, T. Convard*
- Equipe R&D de CATIA (Dassault Systèmes) : *P. Bourdot, T. Convard*
- VIRTOOLS (Dassault Systèmes) : *P. Bourdot, T. Convard*
- SimTeam : *P. Bourdot, R. Gherbi, P.-E. Gros, D. Touraine*
- BARCO N.V. (Belgique) : *P. Bourdot, O. Magneau, D. Touraine, J.M. Vézien*
- Immersion Corporation (Californie) : *P. Bourdot., R. Gherbi, D. Touraine, J.-M. Vézien*

## Evaluations et expertises

- Expertise annuelle du projet EVICS de l'INRS au titre de membre de son Comité de Pilotage (années 2004 et 2005) : *P. Bourdot*
- Expertise de projets du Pôle de Recherche Scientifique et Technologique Intelligence Logicielle de Lorraine (années 2003 et 2005) : *P. Bourdot*

## Gestion de la recherche

### National

- Membre fondateur, membre du CA et secrétaire de l'Association Française de Réalité Virtuelle, Augmentée, Mixte et d'Interaction 3d (AFRV) : *P. Bourdot*
- Membres de l'Association Française d'Informatique Graphique (AFIG) : *P. Bourdot, R. Gherbi*
- Co-responsable de l'Action Spécifique du département STIC du CNRS « Réalité Virtuelle et Cognition » (AS 30), année 2002 : *P. Bourdot*
- Membre du comité de pilotage du Réseau Thématique Pluridisciplinaire du département STIC du CNRS « Interfaces Médiatisées et Réalité Virtuelle » (RTP 15), année 2002 : *P. Bourdot*
- Membre du Réseau Thématique Pluridisciplinaire ARTISTIC sur les applications artistiques en STIC (Bernard Stiegler, 2003-2004) : *C. Jacquemin*
- Membre de l'action incitative Têtes Parlantes (« Talking heads ») : *J.-C. Martin*
- Membre du comité d'orientation du réseau RIAM (2000-) : *C. Jacquemin*

### International

- NoE INTUITION « Network of Excellence on vIrtual reality aNd virTual environments applIcatIONS for future workspaces » du 6ème programme cadre IST : en fédérant les équipes LSC (Evry), LPPA du Collège de France (Paris) et UMR « Mouvement et Perception » (Marseille), le LIMSI (*P. Bourdot*) assure la représentation des équipes CNRS dans le « Core Group » de ce réseau d'excellence.

## Contrats de recherche

### Régional

- Action 6 « Environnement Virtuel et Télé-opération » du projet VARVIC (Vision artificielle et Réalité Virtuelle pour l'aide au déplacement et au copilotage) du Plan Pluri Formation du Quadriennal 2002-2006 de l'Université Paris Sud XI (partenaires : IEF, LIMSI, L2S ; responsable de l'action 6 : *P. Bourdot*)
- Projet SESAME « Plate-forme de Réalité Virtuelle et Augmentée pour des Visualisations et des Simulations Scientifiques Semi-Immersives » (responsable : *P. Bourdot*) : labellisé en 1999 dans le cadre du processus SESAME de la région Ile-de-France, contractualisé en 2000 pour une durée de 5 ans, ce projet est à l'origine de l'action transversale VENISE
- Projet ASTRE « EVE : Environnement Virtuel Evolutif » (responsable : *P. Bourdot*) : labellisé en 2002 dans le cadre du processus ASTRE du Conseil Général de l'Essonne, contractualisation en cours, ce projet est vise à financer partiellement le dispositif expérimental de l'action transversale VENISE

### National

- Plateforme PERF-RV : Labellisée par le RNTL en 2000, contractualisée en 2001 pour une première année, au renouvellement accepté pour 2002 et 2003, la contribution du LIMSI porte sur les interactions multimodales et coopératives en Réalité Virtuelle : *P. Bourdot* (resp. local), *J.-M. Vézien, B. Bossard, T. Convard, O. Magneau, D. Touraine*
- Collaboration avec France Télécom R&D sur l'audio 3d pour les téléphones mobiles (2004-2005) : *C. Jacquemin*
- Collaboration avec EDF R&D sur la visualisation de clusters hiérarchiques (2003-2005) : *C. Jacquemin*

### International

- Projet de coopération UIUC-STIC « Natural interactions for Virtual Reality » avec les équipes du Beckman Institute, du NCSA et du GSLIS : *P. Bourdot* (resp. local), *W. Turner*
- NoE INTUITION « Network of Excellence on vIrtual reality aNd virTual environments applIcatIONS for future workspaces » du 6ème programme cadre IST (2004-2008) : outre la représentation des labos CNRS dans le « Core Group » de ce réseau d'excellence, le LIMSI est impliqué dans de nombreux Working Packages et est en particulier leader du WP1.2 « Structuring the European Research Era on VR » : *P. Bourdot, J.-M. Vézien, G. Bouyer, T. Convard, A. Tarault, A. Braffort, R. Gherbi, C. Jacquemin, B. Katz*
- STREP « Wayfinding » est un projet de trois années soutenu par l'Union Européenne (2005-2008). Il implique les laboratoires de six chercheurs reconnus internationalement comme leaders dans le domaine de la cognition spatiale : *A. Postma* (Utrecht, Pays-Bas), *A. Berthoz* (Collège de France, France), *H. Bühlhoff* and *H. Mallot* (MPI et Université de Tübingen, Allemagne), *N. Burgess* (UCL,

## Enseignements et formations

### Activités et responsabilités d'enseignements

- Cours du module « Fondements de la Réalité Virtuelle et Interfaces Avancées » du Master Recherche du département d'Informatique de l'Université Paris XI : *P. Bourdot* (resp.), *A. Braffort*, *B. Katz*, avec la participation de *S. Coquillart* (INRIA)
- Cours et TD de la spécialisation « Multimédia et Réalité Virtuelle » en 4<sup>ème</sup> année de la FIIFO de l'Université Paris XI : *A. Braffort* (resp.), *D. Touraine* et *R. Gherbi*
- Cours « Traitement d'Images » à l'ESIEA (Paris) et à SUPELEC (Orsay) : *J.-M. Vézien*
- Programmation impérative (TD & TP), L1S1, L1S2, Université de Paris Sud XI (Orsay) : *G. Bouyer*
- Programmation impérative (projets Ada en TP), 1<sup>ère</sup> année de formation ingénieur, IFIPS : *N. Fauvet*
- Introduction à l'Infographie (TD & TP), Licence et Maîtrise, Université de Paris Sud XI (Orsay) : *N. Fauvet*
- Introduction à l'Infographie, Cours de 3<sup>ème</sup> année de formation ingénieur, IFIPS : *N. Fauvet*
- Projet Professionnel (Méthodes de recherche scientifique appliquées aux projets professionnels), L1S1, Université de Paris Sud XI (Orsay) : *G. Bouyer*
- Cours et TD « Réalité Virtuelle ». Formation ingénieur, IFIPS, Université de Paris Sud XI (Orsay) : *R. Gherbi*, *T. Convard*, *B. Bossard*, *O. Magneau*
- Cours « Vision par Machine ». Filière Master Pro Informatique, Université de Paris Sud XI (Orsay) : *J.-M. Vézien*
- Option « Graphisme et Mutlimédia » 4<sup>ème</sup> année de formation ingénieur, IFIPS : *C. Jacquemin*

### Formations et encadrements

- Démonstrations et TP à l'École Thématique « Réalité Virtuelle et Sciences du Comportement » du CNRS, Marseille, mai 2003 : *D. Touraine*, *J. M. Vézien*, *P. Bourdot* et *R. Gherbi*
- Encadrement de 5 stagiaires niveaux Master Recherche (2), Maîtrise (6) et élèves ingénieurs (3), années 2003 et 2004 : *P. Bourdot*, *T. Convard*
- Tutorat de stagiaires de Master Recherche en Informatique (stage en entreprises : Dassault Systèmes, PSA Peugeot Citroën), année 2005 : *P. Bourdot*, *C. Jacquemin*
- Encadrement de TER stages en Master 2 : *C. Jacquemin*

## Diffusion des connaissances et vulgarisation scientifique

### Organisation de conférences

- Membre du comité scientifique de l'École Thématique « Réalité Virtuelle et Sciences du Comportement » du CNRS, Marseille, mai 2003 : *P. Bourdot*, *M. Denis*
- 2<sup>nd</sup> International INTUITION Workshop "VR/VE & Industry : Challenges and Opportunities", Senlis (France), novembre 2005 : membre du comité scientifique et du comité d'organisation du workshop, chairman des sessions poster et des communications de la session B2 "Tools and Methods in VR software" : *P. Bourdot*
- Organisation de l'atelier « Formations transdisciplinaires en interaction sensorielle pour la création artistique », lors de la Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine IHM'05, Toulouse, France, 27 septembre 2005 : *C. Jacquemin*

### Participation à des séminaires

- Présentation des activités de recherche de l'action transversale VENISE à la Journée Visualisation du Pôle de Calcul Scientifique de l'Université Paris-Sud, Orsay, février 2003 : *P. Bourdot*
- Conférence sur invitation « Tour d'horizon sur les aspects technologiques de la Réalité Virtuelle », École Thématique « Réalité Virtuelle et Sciences du Comportement » du CNRS, Marseille, mai 2003 : *P. Bourdot*
- Présentations et démonstrations des activités de recherche du LIMSI-CNRS en Réalité Virtuelle, Laval Virtual (5th international conference on virtual reality), mai 2003, Laval (France) : *L. Bolot*, *B. Bossard*, *P. Bourdot* (resp.), *T. Convard*, *R. Gherbi*, *P.-E. Gros*, *J. Hérisson*, *O. Magneau*, *S. Pageau-Maurice*, *D. Touraine*, *J.-M. Vézien*
- Communication "Multimodal interaction and reactive objects for immersive part design on CAD systems" au 1<sup>st</sup> International INTUITION Workshop "Virtual Reality", Athènes (Grèce), septembre 2004 : *T. Convard*, *P. Bourdot*
- 2 posters "Contribution of the CNRS labs to V&AR" au 1<sup>st</sup> International INTUITION Workshop "Virtual Reality", Athènes (Grèce), septembre 2004 : *P. Bourdot*, avec la participation de :

A. Kheddar (CNRS/LSC, Evry), A. Berthoz (CNRS/LPPA, Paris), J.-L. Vercher (CNRS/LMP, Marseille), P. Blazevic (LRV, Versailles)

- Conférence sur invitation « Visualisation Scientifique : Modèles physiques, méthodes numériques et évolutions », Ecole thématique du CNRS, 9 au 13 mai 2005, Aussois, France : J.-M. Vézien, R. Gherbi
- Poster "Principle of a remote driving/supervision system to drive autonomous vehicles" au 2<sup>nd</sup> International INTUITION Workshop "VR/VE & Industry: Challenges and Opportunities", Senlis (France), novembre 2005 : A. Tarault, P. Bourdot, J.-M. Vézien
- Poster "A Multimodal and Immersive Environment for Geometric Design" au 2<sup>nd</sup> International INTUITION Workshop "VR/VE & Industry: Challenges and Opportunities", Senlis (France), novembre 2005 : T. Convard, P. Bourdot
- Poster "Immersive Exploration by Visualization of Factual and Textual Genomic Data" au 2<sup>nd</sup> International INTUITION Workshop "VR/VE & Industry: Challenges and Opportunities", Senlis (France), novembre 2005 : N. Ferey, P.-E. Gros, J. Hérisson, R. Gherbi

## Annexe

### Cellule logistique

- P. Bourdot (Resp. de l'action transversale VENISE), A. Choisier (Resp. hygiène et sécurité), P. Le Quéré (Directeur du LIMSI), D. Lerin (Resp. infrastructures), J. Mariani (Resp. du comité de pilotage scientifique), B. Mérienne (Resp. des moyens informatiques), S. Pageau-Maurice (Resp. de la communication), K. Bassoulet (Administratrice), V. Ronflé (Gestionnaire), P. Tarroux (Resp. CHM, directeur adjoint du LIMSI), J.-M. Vézien (Secrétaire scientifique de VENISE)

### Comité de pilotage scientifique

- Membres es qualité : P. Bourdot, P. Le Quéré, J. Mariani, P. Tarroux, J.-M. Vézien
- Membres thématiques : Y. Bellik (AMI/CHM), A. Braffort (Geste/CHM), M. Denis (PS/CHM), R. Gherbi (Bio-info/CHM), C. Jacquemin (AMI/CHM), M. Jardino (LIR/CHM), B. Katz (PS/CHM), F. Lusseyran (AERO/ME), A. Osorio (PS/CHM), P. Paroubek (LIR/CHM), B. Podvin (AERO/ME), M. Pons (TSF/ME), C. Tenaud (AERO/ME), W. Turner (AMI/CHM)

## Personnels

### Permanents

Prénom	Nom	Statut	Position	Organisme
Patrick	Bourdot	Ch	CR1	CNRS
Jean-Marc	Vézien	ITA	IR2	CNRS

### Doctorants

Prénom	Nom	Etablissement d'inscription	Ecole doctorale
Guillaume	Bouyer	Paris XI	Informatique
Thomas	Convard	Paris XI	Informatique
Nicolas	Fauvet	Paris XI	Informatique
Olivier	Magneau	Paris XI	Informatique
Antoine	Tarault	Paris XI	Informatique

### Membres associés de VENISE<sup>36</sup>

J. Atif, Y. Bellik, L. Bolot, B. Bossard, A. Braffort, N. Ferey, Y. Fraigneau, R. Gherbi, P.-E. Gros, J. Hérisson, C. Jacquemin, B. Katz, F. Lusseyran, C. Martin, J.-C. Martin, O. Matte-Tailliez (LRI), A. Muzy (SPE), A. Osorio, X. Ripoche, J.-P. Sansonnet, C. Toffano-Nioche (IBP), D. Touraine (CECPV, Université Louis Pasteur), W. Turner.

<sup>36</sup> Membres « associés » (personnes, internes ou externes au laboratoire, contribuant à l'activité de recherche de VENISE) incluant les doctorants.

## Contrats de recherche et valorisation

### Conventions et contrats de collaboration

Date d'effet	Date de fin	Intitulé	Type	Organisme financeur	Part labo	Responsable scientifique	Catégorie
27/02/2001	27/08/2004	PERF-RV	RNTL	MEFI	213 450 €	Bourdod Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2005	Varvic	PPF	Université Paris XI	20 842 €	Reynaud Roger	Collaboration de recherche
15/12/2005	15/12/2008	CoRSAIRe	ARA MDMSA	ANR	130 000 €	Bourdod Patrick	Collaboration de recherche
01/01/2006	31/12/2008	PERF-RV2	RNTL	ANR	70 000 €	Gelin Rodolphe	Collaboration de recherche
01/01/2002	31/12/2003	RV et Cognition	AS STIC	CNRS	14 484 €	Bourdod Patrick	Autre
01/01/2000	31/12/2004		SESAME	Conseil Régional d'Ile de France	75 231€	Bourdod Patrick	Autre
25/11/2002	25/11/2005	EVE	Astre	Conseil Général de l'Essonne	63 754 €	Bourdod Patrick	Autre
01/01/2003	31/12/2003	Urbana Champaign		Urbana Champaign-CNRS	2 000 €	Bourdod Patrick	Autre

## Production scientifique

### Thèses

1. Touraine, D., *Interaction naturelle en environnements immersifs. Démonstrateur multimodal et validation sur des applications scientifiques. Thèse Doct Informatique, Université Paris-Sud/LIMSI, Orsay (2003).*

### Publications dans des revues à comité de lecture

1. Convard, T. and P. Bourdot, *Objets Réactifs pour la CAO - Application à la conception de formes avec interaction multimodale et environnement virtuel.* Revue Internationale d'ingénierie numérique, 2005. **1**: 2.
2. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi, *Exploration by visualization of numerical and textual genomic data.* Journal of biological physics on chemistry, 2004. **4**: 2, 102-110.
3. Guastavino, C. and B.F.G. Katz, *Perceptual evaluation of multi-dimensional spatial audio reproduction.* The Journal of the Acoustical Society of America, 2004. **116**: 2, 1105-1115.
4. Magneau, O., P. Bourdot, and R. Gherbi, *Positioning and identification of markers for 3D tracking.* Mécanique & Industries, 2004. **5**: 2, 221-227.

### Livres et ouvrages et chapitres d'ouvrages

1. Bourdot, P. and D. Touraine, « *Organisation du projet - LIMSI-CNRS* » et « *Principaux résultats - Sous-projet 2 Action 2* », in *Le Traité de la Réalité Virtuelle*, P. Fuchs et al, Editor. 2003. Presses de l'Ecole des Mines de Paris, Paris..

### Conférences à comité de lecture

1. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, and M. Denis. *Spatial knowledge without vision in an auditory VR environment.* in *ESCOPE 2005. XIVth Conference of the European Society for Cognitive Psychology.* 2005. Leiden, The Netherlands. pp 27.
2. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, C. Jacquemin, and M. Denis. *A study of spatial cognition in an immersive virtual audio environment : comparing blind and blindfolded individuals.* in *ICAD'05. The International Conference on Auditory Display.* 2005. Limerick, Ireland. pp 8.
3. Blum, A., A. Afonso, B.F.G. Katz, and C. Jacquemin. *Expérimentation sur la perception de l'espace en réalité virtuelle immersive audio.* in *IHM 2004. 16ème Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine.AFIHM.* 2004. Namur, Belgique. pp 2.
4. Bossard, B., A. Braffort, and M. Jardino. *Some issues in sign language processing.* in *The 5th International Workshop on Gesture and Sign Language based Human-Computer Interaction.* 2003. Genova, Italy. pp 12.
5. Bossard, B., T. Convard, A. Braffort, D. Touraine, P. Bourdot, and M. Jardino. *Un système de reconnaissance de gestes générique pour la Réalité Virtuelle.* in *RFIA 2004. 14ème Congrès Francophone AFRIF-AFIA de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle.* 2004. Toulouse, France. pp 9.
6. Bouyer, G., P. Bourdot, and J.-M. Vézien. *TOTEM : an engine for task-oriented multimodal rendering in virtual environments.* in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction.* 2005. Las Vegas,

Nevada USA. pp 10.

7. Braffort, A., A. Choisier, C. Collet, and F. Lejeune. *Presentation of three French sign language corpora*. in *The 5th International Workshop on Gesture and Sign Language based Human-Computer Interaction*. 2003. Genova, Italy. pp 12.
8. Bresciani, J.P., M. Ernst, K. Drewing, G. Bouyer, V. Maury, and A. Kheddar. *Auditory modulation of tactile taps perception*. in *4th International Conference Eurohaptics 2004*. 2004. Munich, Germany. pp 5.
9. Cassel, R. and C. Collet. *Tracking of real time acrobatic movements by image processing*. in *Gesture Workshop 2003. 5th International Workshop on Gesture and Sign Language based Human-Computer Interaction*. 2003. Genova, Italy. pp 8.
10. Convard, T. and P. Bourdot. *History based reactive objects for immersive CAD*. in *SM'04. ACM Symposium on Solid Modeling and Applications 2004*. 2004. Genova, Italy. pp 291-296.
11. Convard, T. and P. Bourdot. *A multimodal immersive solid modeler with reactive objects*. in *HCI International 2005. 11th International Conference on Human-Computer Interaction*. 2005. Las Vegas, Nevada USA. pp 10.
12. Convard, T. and P. Bourdot. *A multimodal approach for computer aided design in immersive environments*. in *Virtual Concept*. 2003. Biarritz, France.
13. Convard, T., P. Bourdot, and J.-M. Vézien. *Managing deformable objects in Cluster rendering*. in *Fourth International Workshop on Computer Graphics and Geometric Modeling, CGGM'2005*. 2005. Atlanta, USA.
14. Denis, M. *Psychology meets technology*. in *Presidential Symposium «Psychology Meets Technology», XXVIIIème Congrès International de Psychologie*. 2004. Pékin, Chine.
15. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *A distributed multimedia database visualization within an immersive environment for bioinformatics*. in *IEEE Sixth International Symposium on Multimedia Software Engineering*. 2004. Florida. pp 4.
16. Férey, N., P.-E. Gros, J. Hérisson, and R. Gherbi. *Visual Data Mining of Genomic Databases by Immersive Graph-Based Exploration*. in *ACM Graphite 2005, International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*. 2005. Dunedin, New Zealand.
17. Gros, P.-E., J. Hérisson, N. Férey, R. Gherbi, H. Javahery, and A. Seffah. *Multiple user Interface for Exploring Genomics Databases*. in *11th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI'2005*. 2005. Las Vegas, Nevada, USA.
18. Hérisson, J., P.-E. Gros, N. Férey, O. Magneau, and R. Gherbi. *DNA in Virtuo : visualization and exploration of 3D genomic structures*. in *Afrigraph04. 3rd ACM International Conference on virtual reality, computer graphics, visualization and interaction*. 2004. Stellenbosch, Cape Town. pp 5.
19. Hérisson, J., P.-E. Gros, N. Férey, O. Magneau, and R. Gherbi. *DNA in Virtuo : visualization and virtual manipulation of 3D genomic structures*. in *19th International CODATA Conference, the Information Society : new horizons for science*. 2004. Berlin, Germany.
20. Jacquemin, C. *Architecture and experiments in networked 3D audio/graphic rendering with Virtual Choreographer*. in *SMC'04. Sound and Music Computing International Conference. IRCAM*. 2004. Paris, France. pp 6.
21. Jacquemin, C., A. Afonso, A. Blum, S. de Laubier, M. Denis, H. Folch, H. Genevois, B.F.G. Katz, S. Nugier, and N. Schnell. *Design d'environnements multimodaux interactifs communicants*. in *H2PTM'05. Hypermédiatextes, Products, Tools and Methods*. 2005. Paris, France. pp 45-57.
22. Jacquemin, C. *An eye for an ear and an ear for an eye : bidirectional control in virtual multimedia instrument design*. in *VSM405. 11th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. 2005. Ghent, Belgium.
23. Jacquemin, C., H. Folch, and S. Nugier. *Exploration d'analyse de données textuelles et navigation contrôlée dans OCEAN*. in *IHM 2005. 17e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*. 2005. Toulouse, France. pp 4.
24. Martin, C. and R. Gherbi. *User-Centred Immersive Interaction for Protein Docking*. in *CSICE'05, International Conference on Computer Simulation in Information and Communication Engineering*. 2005. Sofia, Bulgaria.
25. Muzy, A., N. Fauvet, P. Bourdot, F. Bosseur, and C. Guinaud. *A VR Platform for Field-scale Phenomena: An application to Fire Spread Experiments*. in *3rd International Conference in Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and Southeast Asia. ACM Graphite 2005*. 2005. Dunedin, New Zealand.
26. Polack, J.D., M. Castellengo, V. Maffiolo, C. Guastavino, and B.F.G. Katz. *Soundfield reproduction : the limits of the physical approach*. in *CFA/DAGA 2004. Congrès commun : 7ème congrès de la Société Française d'Acoustique et 30ème congrès de la Société Allemande d'Acoustique*. 2004. Strasbourg, France. pp 2.
27. Tarault, A., P. Bourdot, and J.-M. Vézien. *Architecture of a remote driving interface in an augmented reality environment*. in *UbiComp 2004. The Sixth International Conference on Ubiquitous Computing*. 2004. Nottingham, England. pp 2.
28. Tarault, A., P. Bourdot, and J.-M. Vézien. *SACARI, an Immersive Remote Driving Interface for Autonomous Vehicles*. in *Fourth International Workshop on Computer Graphics and Geometric Modeling, CGGM'05*. 2005. Atlanta, United State.
29. Tarault, A., T. Convard, P. Bourdot, and J.-M. Vézien. *Cluster based solution for virtual and augmented reality applications*. in *3rd International Conference in Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and Southeast Asia. ACM Graphite 2005*. 2005. Dunedin, New Zealand.

## Revue sans comité de lecture

1. Gherbi, R., *Le génome comme si vous y étiez*. Plein Sud : le magazine d'information de l'Université Paris-Sud, 2003. **53** (19), Mars-Avril 2003.

## Congrès sans actes, workshops

1. Afonso, A., B.F.G. Katz, A. Blum, and M. Denis. *Mental imagery and the acquisition of spatial knowledge without vision : a study of blind and sighted people in an immersive audio virtual environment*. in *Tenth European Workshop on Imagery and Cognition*. 2005. St Andrews, UK.
2. Cassel, R. and C. Collet. *Etude sur le suivi des mouvements en temps réel d'un trampoliniste par traitement d'image*. Journées du GDR ISIS : perception, modélisation et interprétation du gestehumain 2003. Grenoble, France.
3. Jacquemin, C. and B. Planes. *Travaux d'études et de recherche en informatique sur des thématiques artistiques*. Atelier formations transdisciplinaires en interaction sensorielle pour la création artistique. IHM'05 2005. Toulouse, France.
4. Katz, B.F.G. *Salles réelles, salles virtuelles*. in *Science & Musique : acoustique musicale, interaction entre sciences cognitives, physique et musique*. Ecole d'été CNRS. 2004. Institut d'Études Scientifiques de Cargèse.



KARINE BASSOULET

### PRÉSENTATION

**Effectif** : 15 ITA CNRS

**Composantes** : Administration des moyens informatiques communs (AMIC), audiovisuel, bibliothèque, communication, formation permanente, infrastructure, gestion des moyens financiers affectés au groupe Direction, logistique.

**Missions** : assurer l'administration et la gestion des moyens communs du laboratoire pour :

- une gestion mutualisée et optimale des ressources de l'unité
- fournir à l'ensemble des personnels un environnement professionnel le plus homogène et approprié possible.

**Budget 2004** : 560 k€

Les membres du groupe direction participent au conseil de laboratoire, aux commissions internes dont pour certaines ils assurent la présidence et l'animation. Les participations à l'extérieur du laboratoire sont également nombreuses : commissions d'ouverture de plis pour les marchés publics, réseaux métiers animés par la délégation régionale (réseau des secrétaires gestionnaires, des documentalistes, des administrateurs). Ils sont souvent sollicités pour intégrer des groupes de travail régionaux ou nationaux, faire partie ou présider des jurys de concours internes et externes.

L'implication du groupe direction dans le projet d'extension dédiée à la réalité virtuelle est conséquent : participation au comité de suivi Venise, suivi du programme de construction de l'extension. Son rôle se renforcera pendant la phase de construction du bâtiment. Par la suite l'activité du groupe direction devra inclure le nouveau bâtiment qui comportera certaines spécificités dues à son équipement scientifique.

Prénom	Nom	Statut	Position
Karine	Bassoulet-Thomazeau	ITA	IR2
Magali	Brilhac-Roserat	ITA	AI
Annie	Depauw	ITA	TCN
Pascal	Desroches	ITA	TCN
Pierre	Durand	ITA	TCN
Michel	Lastes	ITA	AI
Isabelle	Lendo	ITA	TCN
Daniel	Lerin	ITA	AI
Isabelle	Lollia	ITA	AJT
Bernard	Merienne	ITA	IR1
Sophie	Pageau-Maurice	ITA	TCE
Nadine	Pain	ITA	TCE
Franck	Paraskiova	ITA	AI
Elisabeth	Piotelat	ITA	IE2

## Détail des activités

### Informatique (AMIC)

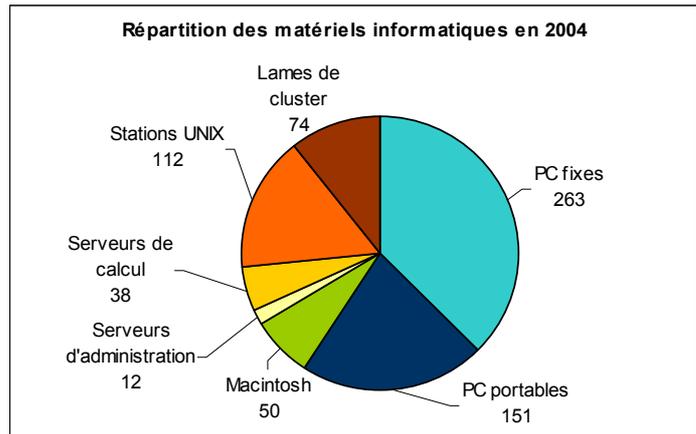
---

**Equipe** : B. Mérienne, A. Depauw,  
M. Lastes, F. Paraskiova, E. Piotelat

**Budget 2004** : 90 k€

#### Actions significatives

- Mise en place d'un serveur intranet
- Augmentation de la puissance de traitement scientifique (+13% en 2005) grâce aux ajouts de lames dans les clusters pour le groupe TLP et au remplacement progressif des stations UNIX SGI par des machines d'architecture x86 sous LINUX
- Développement du réseau local qui compte 750 nœuds et poursuite du passage à des liaisons au gigabit/s
- Rédaction de documentation des outils et services informatiques
- Mise à la disposition des utilisateurs d'un espace personnel sur un serveur de fichier central quotidiennement sauvegardé
- Evolution des services web et mail (amélioration de la sécurité, accès distant à la messagerie (159 comptes ouverts), lutte contre le spam (50% des messages reçus sont indésirables ; déploiement de logiciel développés en interne par le groupe AMI))



- Renforcement de la sécurité informatique : lecture du mail par SSI, sessions interactives et transferts de fichiers par ssh
- Actions d'amélioration de la gestion des ressources informatiques pour les utilisateurs et les machines (méta annuaire coordonnant l'annuaire NIS du parc UNIX, l'annuaire Active Directory et l'annuaire LDAP)

### Audiovisuel

---

**Equipe** : P. Durand

**Budget 2004** : 17 k€

#### Actions significatives :

- 500 photographies réalisées
- 3 films tournés
- 10 expériences photographiées
- Aménagement audiovisuel de la salle de conférence du laboratoire
- Acquisition d'un appareil photo et d'une caméra numériques

## Bibliothèque

---

**Equipe** : M. Brilhac-Roserat, I. Lollia

- Fonds documentaire du laboratoire : 6200 documents
- Evolution en 2004 : 251 nouveaux documents dont 101 ouvrages acquis ; 359 publications enregistrées (259 en CHM et 100 en MECA)
- Emprunts de 15 ouvrages à l'extérieur et obtention de 166 copies d'articles

**Budget 2004** : 53 k€

### Actions significatives :

- Changement du logiciel de gestion documentaire (Diderot remplacé par Alexandrie) en 2004
- Installation du module Web d'Alexandrie permettant la consultation de la base depuis tous les postes de travail, en 2005

## Communication

---

**Equipe** : S. Pageau-Maurice

**Budget 2004** : 6.5k€

### Actions significatives :

- Animation d'un stand pour les journées internationales de biologie (4- 6 novembre 04, CNIT La Défense)
- Secrétariat scientifique du congrès français de thermique (25-28 mai 04, Presqu'île de Giens)
- Organisation du congrès TALN05, (6-10 juin 05, Dourdan)
- Organisation de la 9ème Ecole de Printemps de Mécanique des Fluides Numérique (5-11 juin 05, Roscoff)
- Animation d'un stand pour les journées de la Fête de la Science (14-16 octobre 05, Orsay)

Production de documents de communication 2004	
Plaquette	5000
Rapport d'activité v. papier	300
Rapport d'activité v. cd-rom	1000
Carte de vœux	1500

## Infrastructure

---

**Equipe** : D. Lerin, P. Desroches

**Budget 2004** : 150 k€ en 2004 dont 133 k€ sur fonds propres

### Actions significatives :

- Mise en place d'une alimentation ondulée pour le système expérimental de réalité virtuelle
- Mise en place d'une alimentation électrique secourue pour l'autocommutateur du laboratoire
- Conception et réalisation d'une pièce de secrétariat commune aux deux départements
- Réfection de l'étanchéité des deux tiers restants de la terrasse du bât 508

- Suivi du projet d'extension du laboratoire et contribution importante aux différentes versions du DCE et plans des locaux
- Aménagement de l'appartement de fonction en salle de réunion et salle de détente
- Réfection du hall d'entrée et amélioration du chauffage
- Augmentation de la puissance de climatisation dans la salle des serveurs et réorganisation de la pièce

## Logistique

**Equipe** : P. Durand

**Budget 2004** : 20 k€

### Actions significatives :

- Achats d'imprimantes haut débit
- Mise en place d'un photocopieur scanner couleur

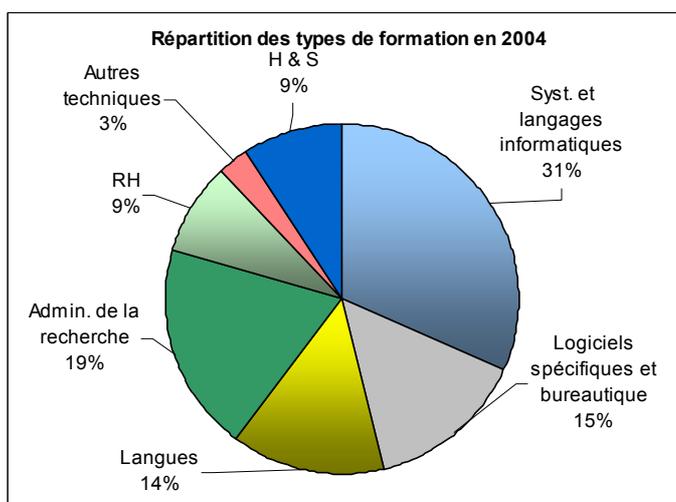
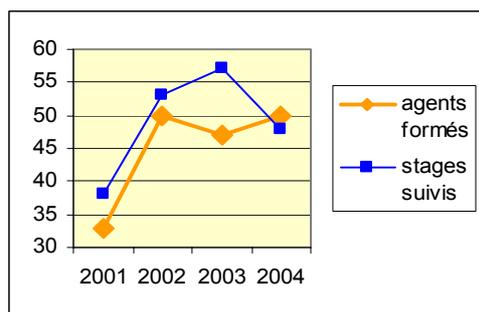
## Formation

**Equipe** : I. Lollia, K. Bassoulet

**Budget 2004** : 8 k€ (formations financées sur fonds propres comme les doctoriales)

### Actions significatives :

- Participation de 50 agents à 48 stages de formation en 2004
- Organisation de deux formations intra-laboratoire en langue des signes française (6 pers.) et en arabe (14 pers.)
- Organisation d'une action individuelle pour un doctorant organisée par l'Université Pierre & Marie Curie (la psychose, le polyhandicap de l'enfant et la famille)



## Hygiène et Sécurité

**Equipe** : A. Choisier, ACMO

**Budget 2004** : 25 k€ comprenant la maintenance des extincteurs, monte-charge, systèmes électriques du laboratoire.

### Actions significatives :

- Tenue du comité hygiène et sécurité en octobre 2004 et 2005
- Elaboration et rédaction du document unique sur l'évaluation des risques
- Etude sécurité pour l'aménagement d'une salle laser dans le bât. 508
- Accompagnement du médecin du travail aux visites des postes, suivi du dossier de demande de matériel spécifique pour les personnes handicapées du laboratoire

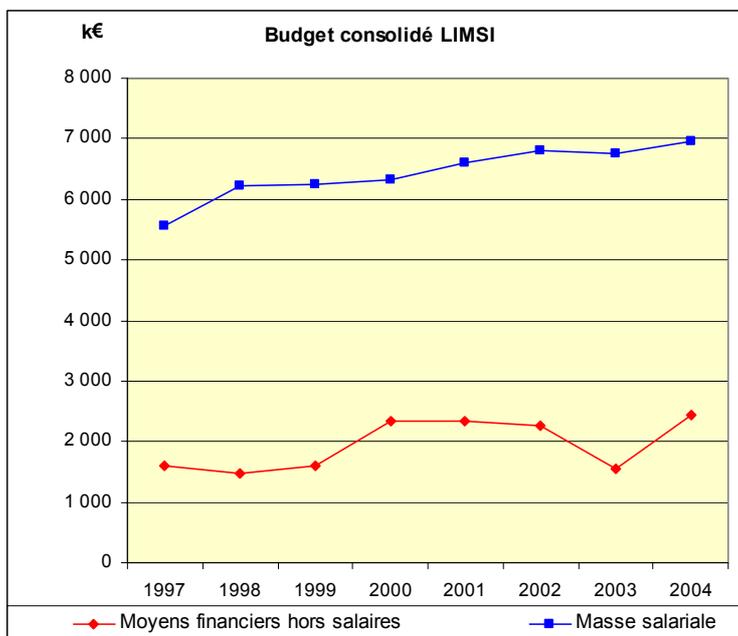
- 45 personnes ont suivi la visite Hygiène et Sécurité à leur arrivée au laboratoire en 2004
- Suivi de la formation secouriste du travail par de 2 agents en 2004 et 9 agents en 2005, soit 16 secouristes du travail au laboratoire
- Participation à l'enquête nationale « être ACMO au CNRS en 2005 ».

## Administration

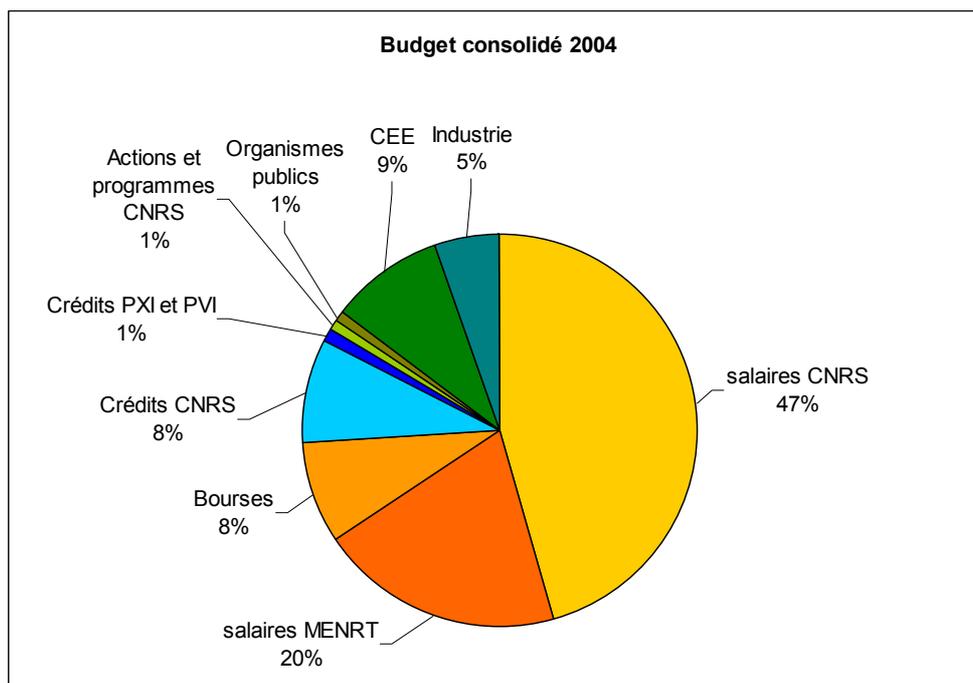
**Equipe :** K. Bassoulet, I. Lendo (gestion), N.Pain (personnel)

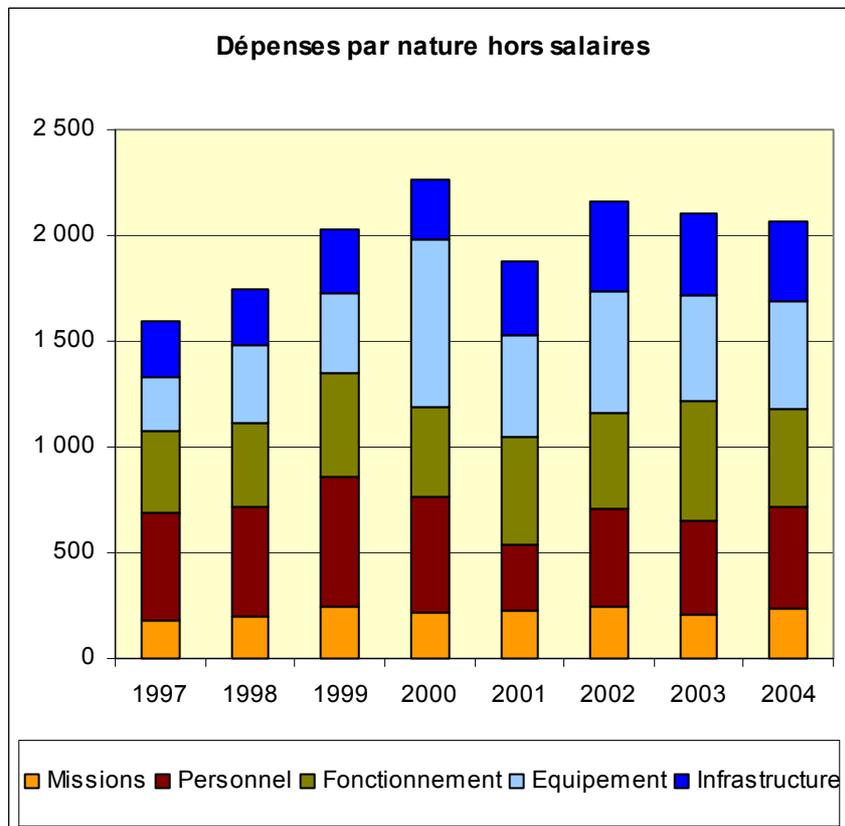
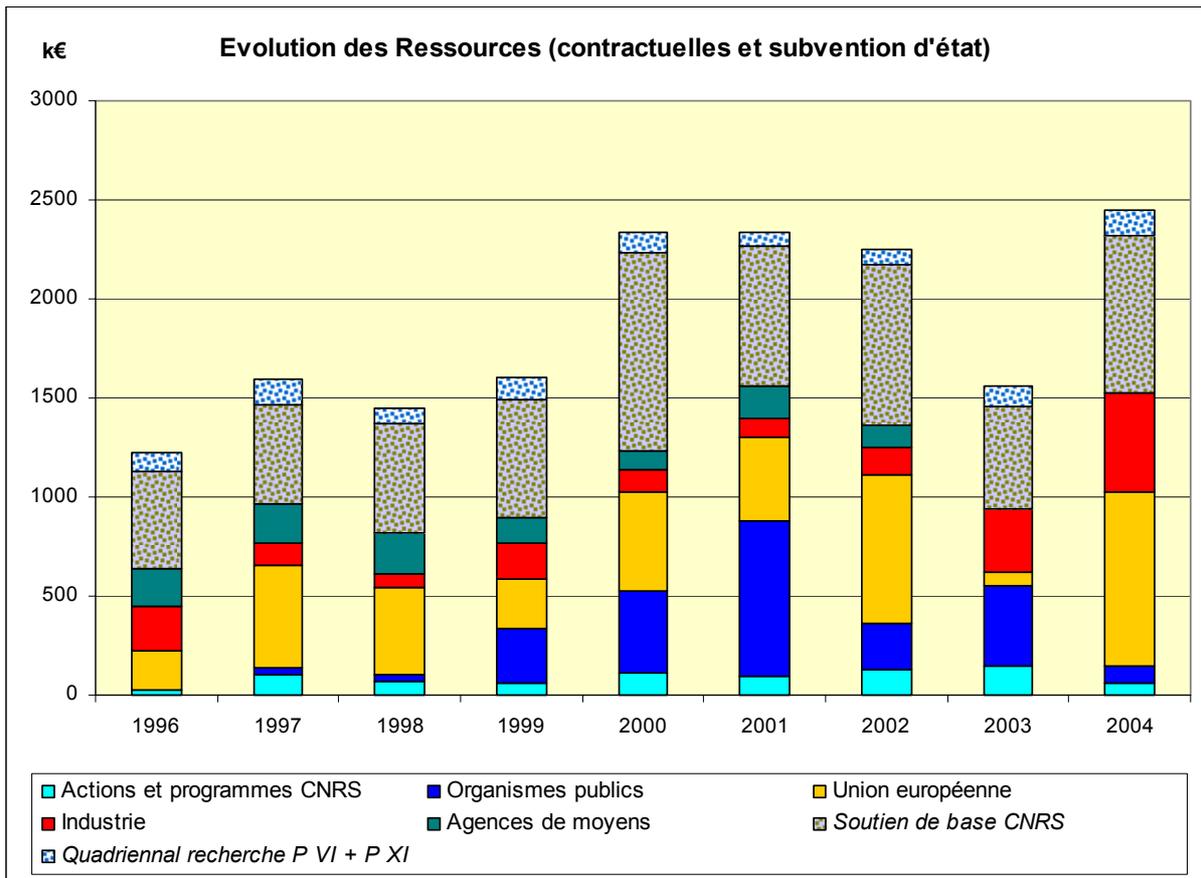
### Budget du laboratoire

Le budget consolidé du laboratoire est de 9.4 M€ en 2004. Il se décompose en 7 M€ constituant la masse salariale, non gérée au niveau du laboratoire, et 2,4 M€ de recettes.



En 2004, la subvention d'état (CNRS, Universités PXI et PVI) a représenté 38% des recettes du laboratoire, les ressources propres constituant les 62% restant. L'année 2003 a été marquée par une baisse de l'ensemble des ressources du laboratoire expliquée par la quasi absence des crédits européens ainsi que la suppression des reports de subvention d'état. La mise en place des crédits des contrats du 6ème programme cadre a permis de revenir à un niveau habituel pour le laboratoire, voire supérieur en raison de la multiplicité des contrats financés.





## Gestion financière

L'harmonisation de la gestion financière du laboratoire se fait par l'intermédiaire d'une cellule de coordination de gestion qui regroupe les gestionnaires de la direction et des départements ainsi que l'administrateur. Plusieurs changements significatifs ont marqué ces deux dernières années : mise en place des modules XLAB Univ permettant de recueillir les données du logiciel de gestion universitaire dans le logiciel CNRS, modification du code des marchés publics, décision du directeur général de désigner les directeurs d'unité en tant que personne responsable des marchés (PRM) pour des montants d'achat allant jusqu'à 90000 euros, regroupement des douze centres de dépense en deux centres (subvention d'état et ressources propres). La prochaine application de la LOLF a déjà été amorcée par des changements préparatoires en terme de gestion.

## Personnels

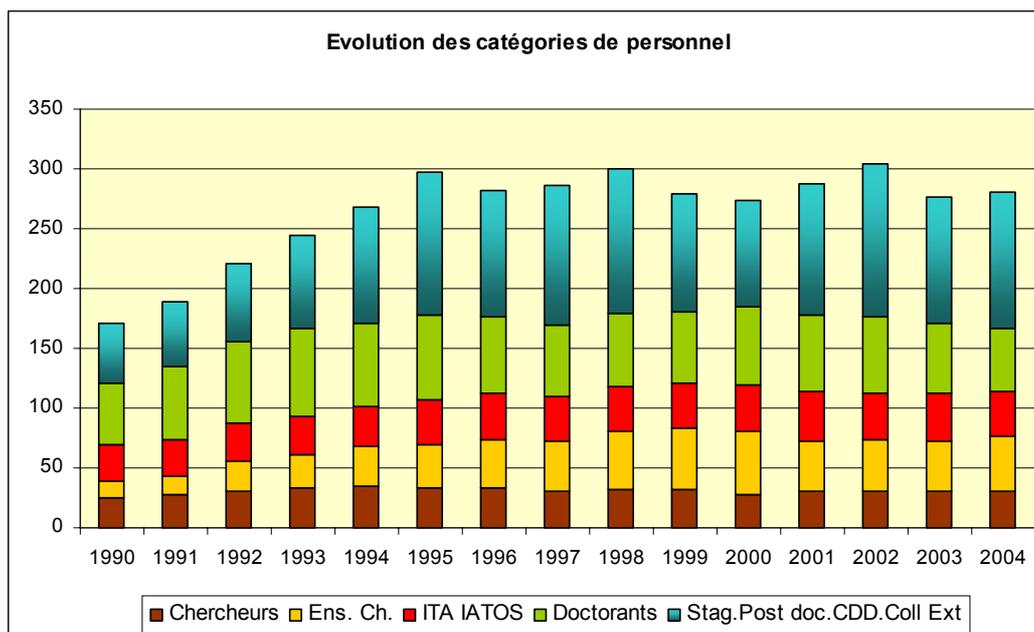
En 2003 et 2004, l'effectif des ITA du groupe direction est constant, les départs ayant été compensés par des arrivées de nouveau personnel. Il n'en est pas de même au niveau des secrétariats de département. Avec le départ de la secrétaire gestionnaire du département de mécanique énergétique fin 2004, une réorganisation a été nécessaire : l'adjointe en secrétariat du département CHM est devenue responsable du secrétariat de mécanique énergétique et nous avons du recruter sur nos ressources propres des vacataires afin de faire face à la charge de travail. L'arrivée en janvier 2006 d'une personne sur un poste NOEMI va enfin permettre de renforcer durablement le secrétariat CHM.

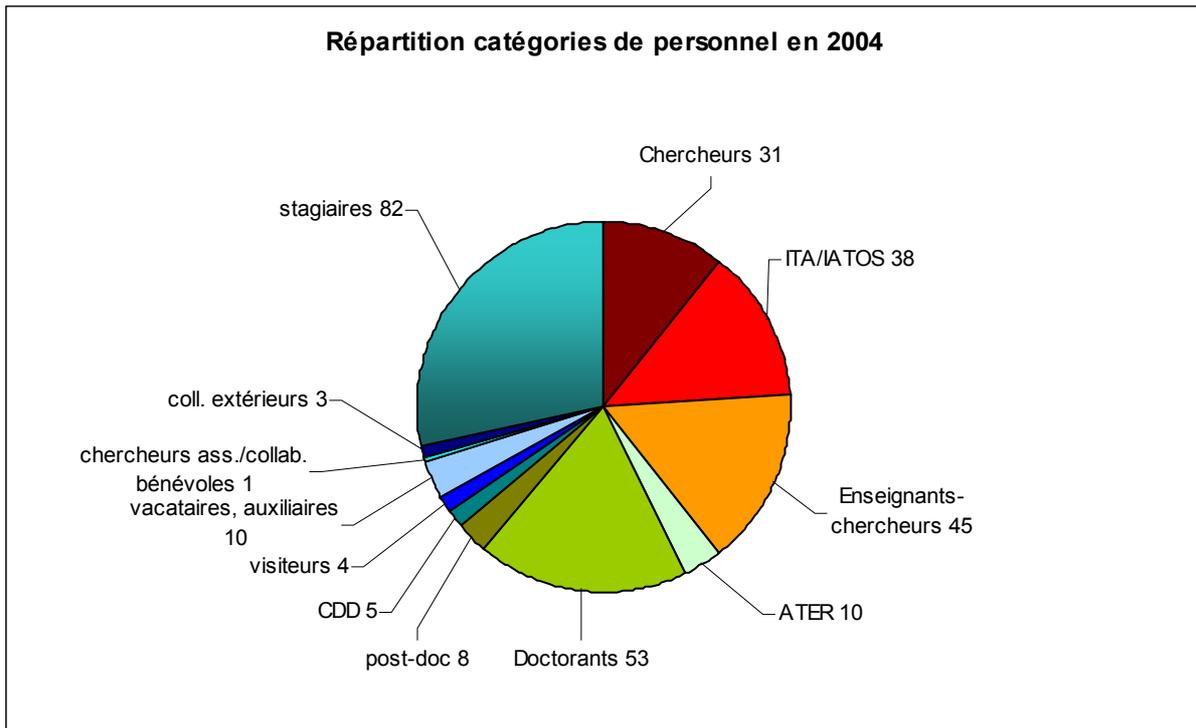
Toutefois, les responsabilités accrues du directeur d'unité dans l'évolution du CNRS ne font qu'accroître la charge de travail au sein du laboratoire et les secrétaires gestionnaires sont particulièrement touchées : par exemple, la prochaine modification de la chaîne des missions est l'illustration d'une responsabilité supplémentaire à gérer dans les unités sans avoir de moyens humains accrus.

L'équipe AMIC, qui avait retrouvé un équilibre avec l'arrivée en fin 2001, début 2002 d'un assistant ingénieur et d'un ingénieur d'étude, est à nouveau affaiblie par le départ de l'assistant ingénieur. Pour continuer à répondre aux besoins des utilisateurs, il a été nécessaire de prévoir une réorganisation d'AMIC. Elle ne pourra être que temporaire, la notion de suppléance en cas d'absence ne pouvant être très efficace avec 4 personnes dans le groupe pour gérer notre parc informatique et notre réseau.

Le laboratoire continue d'avoir un besoin crucial et récurrent d'ITA pour le soutien à la recherche, notamment pour le développement logiciel.

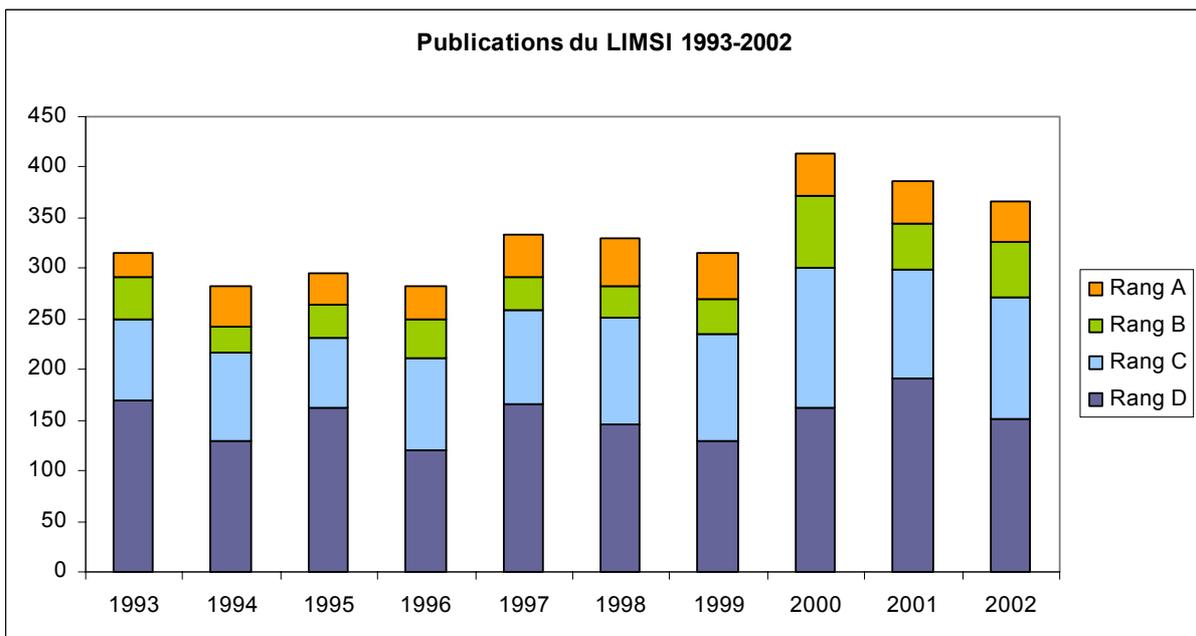
Les graphes ci-dessous illustrent l'évolution des différentes catégories de personnel du laboratoire ainsi que la répartition en 2004.

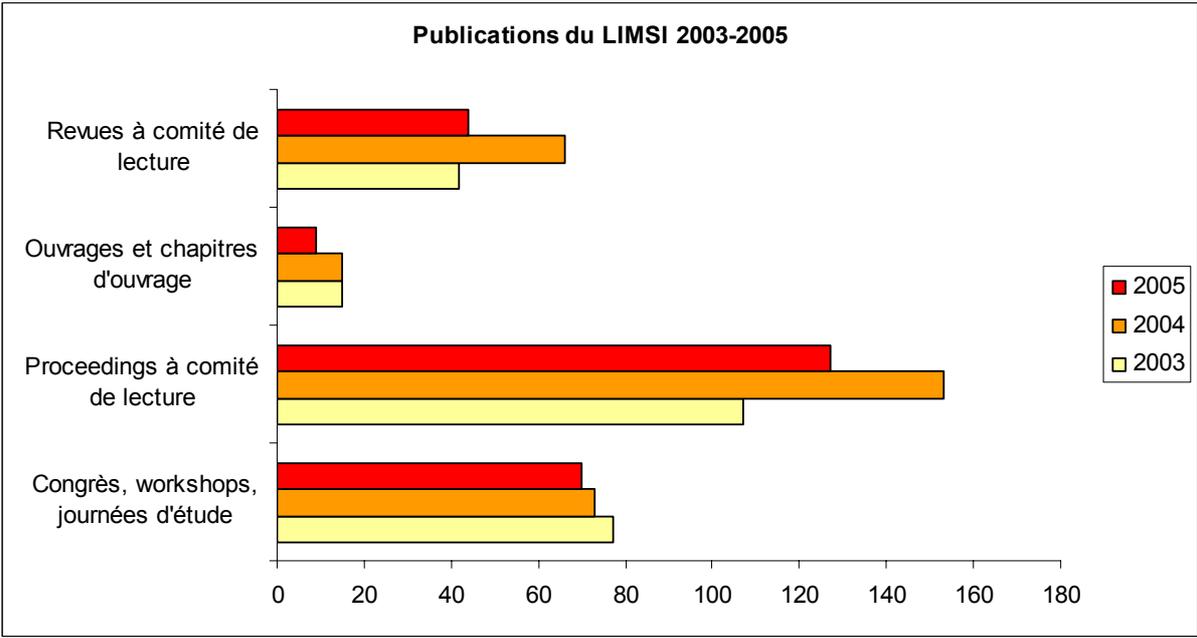




## Production scientifique

Après une baisse sensible en 2003, la production scientifique du laboratoire est revenue à son niveau moyen antérieur. On peut noter une différence de pratique entre les deux départements, la mécanique publiant traditionnellement plus dans des revues à comité de lecture, le département CHM plutôt dans des conférences internationales. Bien que ce soit en grande partie dû à des habitudes disciplinaires, un effort d'incitation est mené pour augmenter les publications en revue du département CHM. Le laboratoire s'est doté en 2004 d'un nouveau logiciel de gestion documentaire afin d'être en mesure de réaliser un suivi plus fin de sa production scientifique. Ceci nous a amenés à revoir la classification des publications. La reprise des données antérieures à 2003 n'ayant pas encore été réalisée, les chiffres des publications du laboratoire sont présentés dans deux graphes distincts. Les chiffres pour l'année 2005 ont été arrêtés au 1<sup>er</sup> octobre.

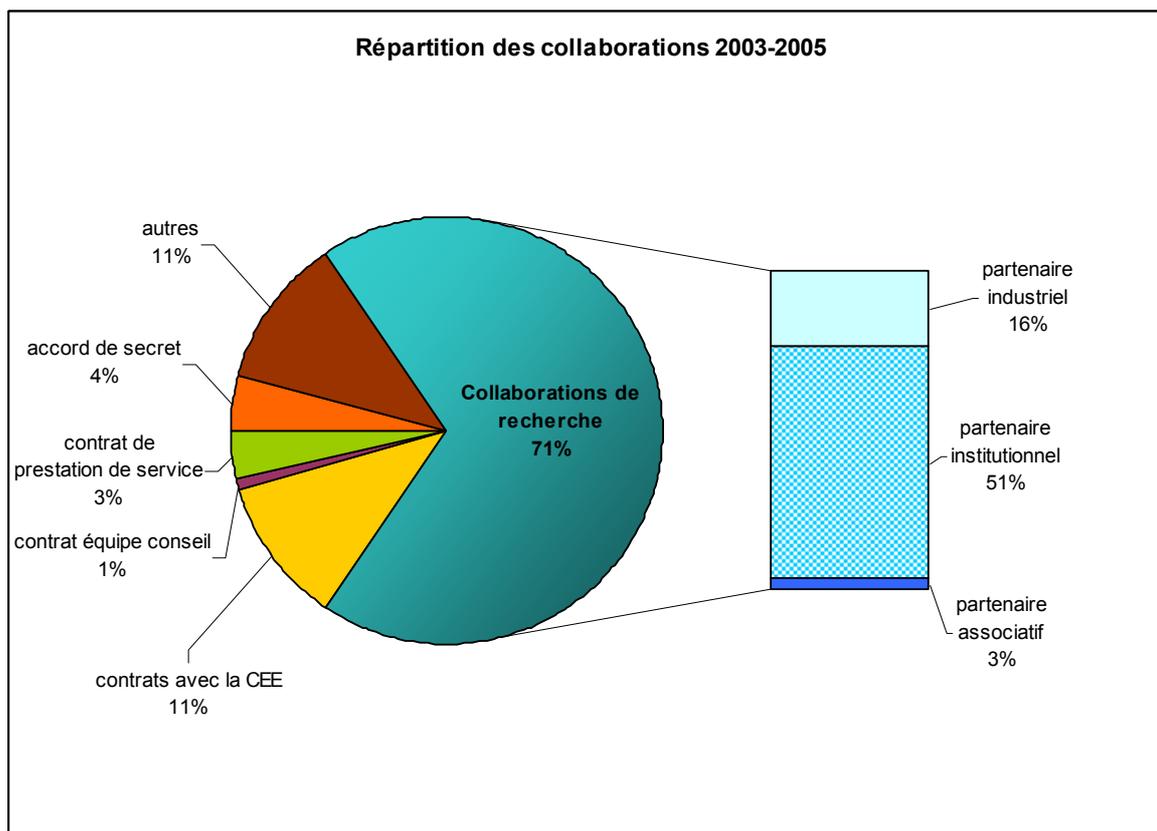




## Partenariats et Valorisation

▪ La mise en œuvre des orientations de la direction du laboratoire en matière de partenariats et valorisation se fait à travers des actions de sensibilisation aux enjeux de la propriété intellectuelle et de la valorisation des résultats de la recherche ainsi que sur les droits et obligations en matière de consultance, de respect de la confidentialité.

▪ Une attention particulière est portée pour la protection des logiciels développés au laboratoire avec des dépôts chez le notaire dans certains cas spécifiques. Une information sur la licence CeCILL est également donnée afin d'encadrer la mise à disposition des logiciels libres. Le tableau ci-dessous représente la répartition des différents types de collaborations formalisées du laboratoire pendant la période 2003-2005.



### Actions de valorisation en cours au laboratoire :

▪ Projet de réfrigération thermoacoustique : action de valorisation qui a bénéficié de plusieurs soutiens pour construire un prototype permettant le dimensionnement de réalisations industrielles :

- aide Anvar en 2003 (10k€)
- aide financière (75k€ en 2004) et ingénieur valorisation (12 mois en 2005) (DAE, CNRS)
- subvention du conseil général de l'Essonne (63k€ en 2005).

Le CNRS et l'UPMC ont cédé une licence à la société Hekyom, start-up du CNRS, sur les deux brevets déposés au nom du CNRS et de l'UPMC.

▪ Dépôt du logiciel Opflow (vélocimétrie par image de particules) et dépôt d'un dossier de valorisation en cours d'examen par le comité des engagements en vue d'une diffusion sous licence auprès d'un industriel de la métrologie

▪ Dépôts de logiciel dans le cadre de notre partenariat avec la société Vecsys

▪ Dépôt du logiciel ActiveTutor (système d'enseignement assisté) à l'APP en janvier 2004

▪ Mise à disposition du logiciel VirChor en licence GPL sur le site Sourceforge