

Table des matières

1	Audio, Acoustique et Ondes	5
1.1	Prise et restitution des sons, spatialisation	5
1.2	Indexation et analyse de scènes sonores	6
1.3	Aide aux malentendants	6
1.4	Représentation diffusive et opérateurs fractionnaires	6
1.5	Traitement de l'information en holographie dynamique	6
2	Codage	9
2.1	Tatouage de sources sonores	9
2.2	Indexation de sources sonores	10
2.3	Codage vidéo échelonnable et robuste	10
3	Perception, Apprentissage, Modélisation	11
3.1	Reconnaissance des formes, parole et biométrie, interaction et usages	11
3.2	Production et perception de la parole	12
3.3	Imagerie multispectrale couleur	12
3.4	Modélisation du contrôle des mouvements par le cervelet	13
4	Traitement et Interprétation des Images	15
4.1	Raisonnement spatial sous incertitude	15
4.2	Analyse et modélisation stochastique des images naturelles	16
4.3	Culture, patrimoine et STIC	16
4.4	Imagerie médicale	17
4.5	Imagerie aérienne et satellitaire	17
5	Traitements Statistiques et Applications aux Communications	19
5.1	Séries chronologiques et modèles de dépendance	19
5.2	Modèles à données latentes et méthodes algorithmiques d'inférence	20
5.3	Traitement de données pour l'astrophysique	20
5.4	Traitement du signal pour les communications	21
	Bibliographie	22
	Revue internationale avec comité de lecture	23
	Livres, chapitres de livres et articles dans une collection d'articles	28
	Thèses	28
	Brevets ou licences de logiciels	29

Introduction

Le département Traitement du Signal et des Images (TSI) est en charge à Télécom Paris des recherches visant à améliorer l'extraction, le transport et le traitement de l'information. Il ancre ses travaux d'une part sur les mathématiques appliquées, d'autre part sur la physique et puise abondamment dans les sciences de l'homme et de la société pour étayer ses méthodes et orienter ses résultats. Il constitue une partie de l'UMR CNRS "LTCI, Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information"; il apparaît donc comme une des opérations de recherche (OR TSI) de ce laboratoire.

Le département TSI est largement ouvert sur des domaines multiples liés aux applications de ses recherches : la santé, l'espace, le champ culturel, la défense. Il poursuit des collaborations étroites avec des organismes de recherche publique (Institut Géographique National, Centre National d'Etudes Spatiales, Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales, Assistance Publique des Hôpitaux de Paris, Centre Commun de Recherche des Musées de France, Institut National de l'Audiovisuel, Commissariat à l'Energie Atomique, ...), ainsi qu'avec de grands groupes privés (Alcatel, France Télécom R&D, Thalès, ...). Il poursuit également des partenariats de recherche avec des PME.

Le département TSI a acquis une forte visibilité dans la communauté française et internationale, aussi bien en traitement du signal qu'en traitement d'image. Il participe très activement aux efforts de coordination nationale, notamment à travers son rôle moteur dans le Groupement de Recherche CNRS ISIS (Information, Signal, Images et ViSion), ainsi qu'aux activités techniques de la société Signal de l'IEEE. Des membres du département sont régulièrement impliqués dans l'organisation d'événements majeurs du domaine (Symposium du GRETSI et congrès IEEE-EURASIP ISPA en 2003 ; workshop IEEE sur le traitement statistique du signal en 2005).

Fort d'une quarantaine de chercheurs (29 enseignant-chercheurs du GET et 10 chercheurs CNRS) et d'une soixantaine de doctorants, le département TSI couvre l'ensemble du spectre du traitement du signal et des images avec des composantes importantes liées au traitement optique, à la modélisation cognitive ainsi qu'à la perception des images et des sons. La notoriété du département est forte dans ses domaines de bases comme l'imagerie (cérébrale, aérienne, radar à très haute résolution, tri-dimensionnelle), la compression vidéo, le traitement de la parole et du document écrit, les séries chronologiques ou le traitement du signal pour les communications numériques. Ces deux dernières années ont également vu se dégager des thématiques nouvelles sur lesquelles nous souhaitons faire porter plus particulièrement nos efforts.

Parmi les nombreux domaines d'applications abordés au sein du département, celui du traitement de données pour l'astro-physique a été particulièrement dynamique au cours des années écoulées tant à travers notre participation à l'ACI FIGI (Extraction de Formes Idéalisées de Galaxies en Imagerie, avec l'Institut d'Astro Physique de Paris) qu'au travers de collaborations suivies avec l'équipe ADAMIS de la fédération APC (Astroparticules et Cosmologie) de Paris VII. Compte tenu de l'accélération du rythme des travaux préparatoires au lancement de la mission européenne Planck (prévu en 2007), il y a tout lieu de penser que cette thématique va continuer à se développer.

Les méthodes statistiques appliquées au traitement de l'information, à la fouille de données et à l'apprentissage sont devenues un des axes prioritaires de notre recherche. Le département s'est engagée récemment dans plusieurs projets d'envergure autour de cet axe dont le centre de compétence joint CNES / DLR / ENST sur l'indexation d'images satellitaires (inauguré en juin 2005), le réseau d'excellence européen K-Space *Knowledge Space of Semantic Inference for Automatic*

Annotation and Retrieval of Multimedia Content (soutenu à partir de janvier 2006) ainsi que le pôle de compétitivité Image Multimédia Vie Numérique d'Ile-de-France (labellisé "à vocation mondiale" en juillet 2005). Le fort développement de ce thème bouscule les habitudes de travail car il implique simultanément plusieurs groupes du département, voire des interactions fortes avec le département "informatique et réseaux". Plusieurs initiatives (séminaire interne, développements de collaborations externes suivies sur le thème de l'apprentissage, ...) sont actuellement mises en œuvres pour structurer nos efforts dans ce domaine.

La reconstruction d'un groupe de recherche orienté vers le traitement du signal audio (compression, analyse, indexation, tatouage, spatialisation) est aboutie et celui-ci s'insère dorénavant fortement dans le contexte national et européen (partenariats avec l'IRCAM, le LIMSIS et le LAM, projet européen K-Space sus-mentionné). Il est prévu de reconfigurer, en 2006, le découpage interne du département afin de mieux faire apparaître les grandes thématiques qui structurent actuellement nos recherches : d'une part le traitement statistique de l'information (autour de l'actuel groupe TSAC), d'autre part, le traitement d'images et la perception visuelle (autour de l'actuel groupe TII avec des éléments du groupe PAM), le traitement des signaux audio (groupes AAO et COD) et enfin, le traitement de signaux multimédia et l'interaction homme-machine (groupes COD et PAM).

Yves Grenier,
Responsable du département Traitement du Signal et des Images
(à partir d'une contribution d'Olivier Cappé, responsable de l'OR TSI au sein du LTCI)

Groupe 1

Audio, Acoustique et Ondes

Responsable G. Richard (MC, 50 %).

Permanents R. Badeau (CER), B. David (MC, 50%), R. Frey (P, 40%), Y. Grenier (P), S. Maeda (DR CNRS, 50 %), A. Maruani (P), D. Matignon (MC), J. Prado (MC), I. Zaquine (MC, 80 %).

Permanents	8
Thèses soutenues	2
Articles en revues, communications à des conférences	8, 29
Chiffre d'affaire de contrats (k€)	100

Ce groupe de recherche accueille des activités de traitement du signal s'appuyant fortement sur les phénomènes physiques de formation des signaux, qu'ils soient acoustiques ou optiques. Il développe des travaux sur le signal audio pour en élargir la qualité de la reproduction aussi bien dans les applications musicales que dans le domaine de l'aide aux handicapés. Il développe également une activité en holographie dynamique.

1.1 Prise et restitution des sons, spatialisation

Chercheurs K.Abed-Meraim, B. David, Y. Grenier, J. Prado, G. Richard; doctorants : A. Aissa El Bey, S. Fontana, M. Guillaume.

Faits marquants Collaboration avec le LMA, Marseille, sur l'anti-bruit actif (ACI Abrupt); contrat d'étude avec France Télécom sur la séparation de sources audio dans un contexte automobile.

L'objectif de ce thème d'étude est d'améliorer l'analyse et la synthèse des champs sonores par des techniques numériques de traitement du signal. En prise de sons, nous avons travaillé sur l'estimation des réponses de salles, et en particulier sur l'identification des réflexions précoces, grâce à un réseau de microphones et un algorithme d'identification conjointe d'angles et de retards. Nous avons aussi développé une approche originale pour la séparation de sources audio à partir d'un réseau de microphones, en exploitant une décomposition du signal sous forme de modes, et une classification automatique de ces modes permettant la resynthèse des signaux des sources.

Pour la synthèse sonore, nous avons développé une méthode de restitution qui repose sur un réseau de haut-parleurs, et propose une approche efficace pour lutter contre les effets de repliement spatial dans les techniques de type WFS (Wave Field Synthesis).

1.2 Indexation et analyse de scènes sonores

Chercheurs R. Badeau, B. David, Y. Grenier, J. Prado, G. Richard ; doctorants : M. Betser, V. Emiya.

Faits marquants Dépôt d'un brevet sur une approche adaptative de suivi de sinusoïdes ; contrat de recherche France Télécom en indexation audio.

L'analyse de scènes sonores consiste en la décomposition de signaux audio en objets ou composantes élémentaires. L'indexation des signaux sonores est un thème complémentaire dans la mesure où il y ajoute la reconnaissance de la nature des informations extraites. Le travail sur cette thématique est mené en étroite collaboration avec le groupe COD.

Cette activité poursuit plusieurs axes de recherches. Le premier vise à développer de nouvelles méthodes d'estimation et de suivi de sinusoïdes avec un effort particulier pour les méthodes adaptatives [100]. Un second axe est consacré à l'estimation de fréquences fondamentales multiples (détection de notes simultanées dans un signal musical) et à l'utilisation des approches d'estimation de sinusoïdes pour l'extraction de l'information rythmique ou la segmentation de flux audio.

Ce thème de recherche sera poursuivi dans le cadre notamment du réseau d'excellence européen IST KSpace porté par Queen Mary University et qui débutera en janvier 2006. Ce réseau d'excellence a pour objectif d'améliorer l'accessibilité des données numériques en introduisant de nouvelles méthodes efficaces d'indexation, de classification et d'accès par le contenu. Le but du projet sera en particulier de combler le "fossé sémantique" qui existe entre une description de bas niveau du contenu (actuellement réalisable par une machine) et la richesse et subjectivité de l'information sémantique contenue dans un document audiovisuel.

1.3 Aide aux malentendants

Chercheur J. Prado ; doctorant : T. Fillon.

Cette activité dédiée à l'aide aux malentendants s'est vue concrétisée par la réalisation d'un démonstrateur fonctionnant en temps réel et par la soutenance de la thèse de Thomas Fillon en décembre 2004. Les algorithmes de traitement du signal développés dans ce cadre, et notamment le contrôle de l'effet Larsen, nous permettent d'aborder de nouveaux thèmes. Nous nous intéressons en particulier au contrôle actif de bruit dans les plates-formes téléphoniques en se focalisant plus particulièrement sur les aspects temps réel et le traitement des signaux large bande.

1.4 Représentation diffuse et opérateurs fractionnaires

Chercheur D. Matignon.

La thématique des *représentations diffuses* a pris un essor sur le plan applicatif, notamment dans le domaine de l'acoustique musicale [51], avec une orientation marquée vers les représentations optimales. Sur le plan théorique, le lien avec la classe des "well-posed systems" a été établi ; la stabilité asymptotique de systèmes linéaires couplés a été démontrée [55] ; enfin, une extension à certains systèmes non-linéaires a été étudiée avec succès, laissant entrevoir le contrôle de stabilité des schémas numériques associés. Par ailleurs, la complétude des modes non orthogonaux de l'équation des ondes avec pertes par rayonnement a été démontrée par une méthode originale (dans le cadre de collaborations avec l'IRCAM, le LAAS, l'INRIA Rocquencourt, le LMA et le dept. Applied Maths, Univ. Twente, Pays Bas).

1.5 Traitement de l'information en holographie dynamique

Chercheurs R. Frey, A. Maruani, I. Zaquine ; doctorants : D. Bitauld, A. Moreau.

Après avoir, les années précédentes, démontré théoriquement et expérimentalement l'exaltation des propriétés diffractives d'un réseau d'indice de réfraction par son insertion dans une cavité résonnante, nous avons appliqué ce principe à la réalisation d'un filtre rapidement accordable en longueur d'onde. La sélectivité obtenue en associant un réseau plan de diffraction à une cellule acousto-optique du commerce, non optimisée pour ce dispositif, est de 75 pm, avec une excellente uniformité de la transmission sur toute la gamme d'accord ($\pm 0,2$ dB sur 2,2 nm), ce dernier point étant essentiel pour les applications aux télécommunications optiques multicolores. Une modélisation du réseau intracavité prenant en compte la dimension finie des faisceaux permet de prévoir des performances encore meilleures avec une cellule optimisée.

Par ailleurs, une étude théorique du régime de diffraction d'un réseau plan inséré dans une cavité résonnante de Fabry-Perot montre que toute l'énergie incidente peut être diffractée dans une direction unique, symétrique de celle du faisceau incident par rapport à la normale aux miroirs du résonateur, même si le dispositif global n'est épais que de quelques micromètres. Cette faible dimension est évidemment d'une importance capitale pour la réalisation de réseaux de "Bragg" intégrés [12, 11].

Groupe 2

Codage

Responsable : N. Moreau (P).

Permanents : B. David (MC, 50 %), B. Pesquet-Popescu (MC), G. Richard (MC, 50 %).

Permanents	3
Thèses soutenues	3
Articles en revues, communications à des conférences	12, 42
Chiffre d'affaire de contrats (k€)	423

La compression de données constitue une composante primordiale dans les applications impliquant la diffusion ou le stockage de contenus audio-visuels. Les techniques qui permettent cette compression de l'information sont fondées en grande partie sur une suppression des redondances statistiques dans les signaux mais également sur la suppression de détails perceptuellement peu significatifs pour l'utilisateur. Les travaux entrepris dans ce domaine par le groupe Codage sont surtout à caractère méthodologique mais ils sont aussi souvent exploités dans le cadre applicatif de projets RNRT ou européens.

Les transferts d'informations facilités par des taux de compression importants ouvrent aussi la voie à de nouveaux besoins : interactivité, sélection de l'information, protection des œuvres contre le piratage etc. On s'intéresse donc aussi aux nouvelles techniques d'indexation (c'est-à-dire de marquage des plans d'images ou des passages sonores pour faciliter une recherche ultérieure) et de tatouage (c'est-à-dire de marquage invisible permettant de garantir l'origine des documents ou d'en assurer l'intégrité). On s'attache à replacer ces efforts dans le cadre de la standardisation des traitements et des données multimédia qui préside à l'heure actuelle à la convergence entre les techniques de l'audiovisuel et de l'informatique.

2.1 Tatouage de sources sonores

Chercheurs N. Moreau ; doctorant : C. Baras.

Faits marquants Projet RNRT ARTUS.

Les techniques de tatouage, l'art de cacher de l'information directement dans des données multimédia de façon robuste, indélébile et inaudible ont été introduites à l'origine pour protéger la propriété intellectuelle de documents. Elles peuvent aussi servir pour d'autres applications. Les deux projets RNRT dans lesquels le groupe Codage a été impliqué, AQUAFLUX (achevé en octobre 2003) et ARTUS qui se termine à la fin de cette année, en sont de bons exemples. Le tatouage de signaux audio vu comme un problème de transfert d'information dans un canal très bruité rencontre

un cas de figure très particulier puisque l'on connaît à l'émetteur les caractéristiques du bruit. On parle de "canal à information adjacente". Le travail de thèse de Cléo Baras qui sera soutenue à la fin de cette année consiste à exploiter cette information pour améliorer les performances du système de tatouage audio développé à l'ENST.

Ces techniques ont également fait l'objet d'un transfert de compétence vers France Télécom R&D et sont l'objet actuellement d'un contrat avec des producteurs de télévision.

2.2 Indexation de sources sonores

Chercheurs B. David, G. Richard ; doctorant : M. Alonso, S. Essid, O. Gillet, P. Leveau.

Faits marquants ACI Masse de données "Musicdiscover"; meilleur algorithme de détection rythmique à l'évaluation internationale MIREX'05 ; best Paper award (Conférence CBMI'05).

Le volume continuellement croissant des données numériques augmente la difficulté de leur accès et renforce le besoin pour de nouvelles méthodes efficaces d'indexation, de classification et d'accès par le contenu. Ainsi, l'un des objectifs de l'indexation est de parvenir à extraire automatiquement des descripteurs de haut-niveau à partir du signal audio. Le travail sur cette thématique est mené en étroite collaboration avec le groupe AAO.

Un premier axe de recherche est dédié à l'estimation de l'information rythmique d'un segment musical (estimation du tempo, extraction automatique de la piste de batterie) et à son utilisation pour la recherche par le contenu [46]. Le second axe consiste en la segmentation d'un flux audio en événements ou classes sonores avec un effort particulier pour la reconnaissance automatique des instruments de musique dans un contexte aussi bien monophonique que polyphonique. On s'intéresse notamment ici à introduire de nouveaux descripteurs et à étudier les apports des approches de sélection de caractéristiques. Ces travaux sont par ailleurs étendus à d'autres classes de signaux tels que la reconnaissance des genres musicaux ou la segmentation parole/musique.

2.3 Codage vidéo échelonnable et robuste

Chercheurs B. Pesquet-Popescu ; doctorants : C. Tillier, G. Pau, T. Petrisor, M. Trocan ; postdoc : S. Brangoulo.

Faits marquants Projet RNRT ARTUS.

Nous étudions des codeurs vidéo reposant sur des décompositions spatio-temporelles ($t + 2D$) en ondelettes, qui permettent d'introduire naturellement la scalabilité en résolution spatiale et temporelle. Nous avons proposé plusieurs améliorations des opérateurs utilisés dans ces décompositions, en particulier en intégrant des opérations non-linéaires dans l'opérateur spatio-temporel de mise à jour [75]. Nous avons réalisé une analyse conjointe débit-distorsion-complexité des codeurs en ondelettes compensées en mouvement $t + 2D$, et nous avons proposé des solutions de réduction de la complexité par prédiction spatio-temporelle inter-niveaux des différents paramètres [82].

Le codage des trames de détails spatiaux dans ces codeurs vidéo est un autre axe de recherche, où nous mettons en œuvre des décompositions en ondelettes adaptatives basées sur le schéma en lifting. Nous avons proposé un cadre très large pour l'étude des critères d'adaptativité sans information additionnelle, utilisant les propriétés des semi-normes.

Un troisième thème poursuivi concerne la compression vidéo robuste. Une première approche vise à introduire la redondance dans le banc de filtres spatio-temporel par des méthodes dites de "descriptions multiples", avec une reconstruction par des projections sur des ensembles convexes. Une autre approche développée réalise l'optimisation conjointe source-canal par un étiquetage linéaire entre les symboles transmis et les mots en sortie d'un quantificateur vectoriel. Nous avons étudié les dépendances spatio-temporelles inter-échelles dans le schéma de codage $t+2D$ à travers un modèle stochastique non-linéaire, que nous avons ensuite exploité pour proposer un prédicteur optimal des coefficients. Ceci nous a permis de mettre au point un premier codeur vidéo scalable robuste aux erreurs de transmission [45].

Groupe 3

Perception, Apprentissage, Modélisation

Responsable H. Brettel (CR CNRS).

Permanents R. Carré (DR CNRS), G. Chollet (DR CNRS), C. Darlot (CR CNRS), C. Faure (CR CNRS), L. Likforman (MC), S. Maeda (DR CNRS, 50%), F. Schmitt (P, 25%), M. Sigelle (MC, 75%), I. Vasilescu (CR CNRS).

Permanents	9
Thèses soutenues	2
Articles en revues, communications à des conférences	11, 34
Chiffre d'affaires de contrats (k€)	279

Le groupe PAM mène des travaux sur la perception, la motricité et la communication du point de vue de la relation de l'être humain à son environnement. Un des objectifs est l'étude des processus par lesquels l'être humain appréhende le monde sensible, en construit des représentations mentales, réagit, s'adapte et communique. Un autre objectif est de concevoir des logiciels pour le traitement et l'analyse des signaux et des images. L'intégration de ces deux objectifs est réalisée pour définir des systèmes artificiels qui :

- simulent des tâches ou des compétences humaines (lecture, reconnaissance de l'écriture dégradée, reconnaissance de la parole, des locuteurs, des émotions . . .),
- se comportent comme des assistants logiciels avec lesquels les utilisateurs peuvent interagir (interaction multimodale en domotique pour personnes à besoins spéciaux, interrogation de serveurs vocaux, commandes gestuelles, visualisation sur écran adaptée aux lecteurs . . .),
- sont spécialisés dans le traitement des signaux de la communication humaine (parole, écrit, geste).

3.1 Reconnaissance des formes, parole et biométrie, interaction et usages

Chercheurs M. Charbit, G. Chollet, C. Faure, L. Likforman-Sulem, M. Sigelle ; doctorants : R. Bayeh, H. Bredin, K. Hallouli, S-S. Lin, E. Sanchez-Soto, G. Yazbek, L. Zouari ; postdocs : B. Abboud, G. Aversano, R. Blouet, K. McTait, M. Tomokiyo.

Faits marquants Conclusions des projets incitatifs GET Maison Intelligente, Campus Mobile et LINGTOUR ; participation au projet RNRT InfRadio ; démarrage des projets IST STREP SecurePhone ; réseau d'excellence européen BioSecure.

L'objet principal de ce thème de recherche sont les signaux qui ont pour source l'être humain. Ces signaux sont soit produits avec l'intention de communiquer, comme la parole, l'écriture ou les gestes, ou bien ils sont enregistrés directement sur la personne dont ils en sont la signature comme les empreintes digitales ou l'iris de l'œil. Les techniques mises en œuvre (quantification matricielle, modèles stochastiques, réseaux bayésiens, . . .) s'appliquent effectivement à ces divers types de signaux : écriture manuscrite, séquences vidéos, données biométriques. Un des thèmes originaux du groupe est l'utilisation d'une mémoire d'exemples pour le codage bas débit [90], la reconnaissance de parole (la mémoire étant étiquetée phonétiquement), la vérification du locuteur, l'identification de la langue, l'indexation et, à terme, l'interprétation multilingue d'objets multimédia. Nous développons ainsi des outils spécifiques de reconnaissance de parole pour des personnes souffrant d'un handicap articulaire, en travaillant en particulier sur la caractérisation des paramètres d'adaptation selon le handicap. La reconnaissance de mots arabes manuscrits (base IFN/ENIT) par modèles de Markov cachés par notre système a été gagnant de la compétition organisée à l'occasion de la conférence ICDAR 05.

De plus, les travaux entrepris depuis plusieurs années sur la dématérialisation des documents, l'interaction par le geste et la parole, l'assistance aux utilisateurs à besoins spéciaux, l'apprentissage à distance ont en commun le rapprochement du monde réel et du monde numérique. C'est un thème de recherche qui s'impose maintenant comme un des objectifs les plus importants des technologies de la communication et de l'information. Nous avons profité de cette adéquation entre nos compétences et le fort intérêt porté à la fusion du réel et du numérique pour investir des domaines comme la biométrie (pour la sécurité et l'interaction), l'informatique ubiquitaire (notamment la perception médiatisée du monde réel) et le document numérique. Nous avons contribué aux projets GET Campus Mobile et RNRT InfRadio par des travaux sur les usages visant une conception orientée utilisateurs des services et applications de l'informatique mobile et nomade.

3.2 Production et perception de la parole

Chercheurs R. Carré, S. Maeda, I. Vasilescu ; doctorant : C. Clavel.

Faits marquants Projet MIDL STIC-SHS "Société de l'Information" ; thèse CIFRE, ENST-THALES-LIMSI.

Ces travaux de recherche s'articulent autour de deux thèmes. Le premier concerne le traitement des phénomènes verbaux non lexicaux caractérisant la parole spontanée, connus sous le nom de "disfluences". Les disfluences sont considérées dans un cadre multilingue. L'objectif de cette activité est d'aboutir à des modèles de disfluences dépendantes de la langue. Ces modèles permettraient à la fois d'enrichir les connaissances existantes sur ces phénomènes longtemps considérés comme du "bruit" par rapport au message lexical ainsi que de s'intégrer dans des systèmes de transcription automatique dans le cadre des recherches sur l'identification des langues.

Le second thème concerne l'analyse et la détection des émotions émergentes en situations anormales pour une application de sécurité civile : la surveillance dans les lieux publics. Cette recherche, menée dans le cadre de la thèse CIFRE de Chloé Clavel, concerne les manifestations émotionnelles vocales, que ce soit au niveau de l'individu seul, du groupe ou de la foule. L'originalité de cette application est de travailler sur des émotions extrêmes en contexte d'émergence jusqu'alors peu étudiées dans le domaine de l'interaction émotionnelle. Leur détection peut être utilisée dans un premier temps pour déclencher une alarme, puis pour diagnostiquer le type de la situation anormale détectée.

3.3 Imagerie multispectrale couleur

Chercheurs H. Brettel, F. Schmitt.

Faits marquants Projet européen Crisatel (imagerie multispectrale très haute résolution pour l'archivage numérique, la conservation et la restauration des peintures de musées).

L'imagerie multispectrale vise à acquérir des images de haute qualité colorimétrique tout en permettant la simulation d'un changement d'illuminant ainsi que la détermination de la réflectance spectrale en chaque point d'une surface. Nous avons étudié la reconstruction de la réflectance spectrale de la surface imagée en chaque pixel à partir de la réponse d'un système multispectral à plusieurs canaux. Le manque de robustesse des approches usuelles en présence de bruit nous a conduits à étudier des techniques de reconstruction non-linéaires par réseaux de neurones. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec des réseaux reconstruisant la densité de probabilité conditionnelle entre les fonctions de réflectance spectrale et les réponses de la caméra.

Nous avons appliqué l'imagerie multispectrale pour la recherche dans le domaine muséologique pour la reproduction couleur haute fidélité et le dévernissage virtuel de tableaux. Ce système pilote d'acquisition d'image multispectrale est composé d'une caméra haute définition (12000 x 30000 pixels, 13 canaux) et de deux projecteurs à balayage synchronisés avec le mouvement de la barrette CCD de la caméra.

3.4 Modélisation du contrôle des mouvements par le cervelet

Chercheurs C. Darlot ; doctorant : M. Ebadzadeh.

Faits marquants Participation au programme "Cognition et traitement de l'information" (CNRS)

Le cervelet est nécessaire pour percevoir précisément les mouvements du corps et accomplir des mouvements rapides et coordonnés. Il reçoit de nombreuses informations sensorielles, et des copies des signaux moteurs envoyés aux motoneurones. Selon la théorie proposée, le cervelet calcule des fonctions inverses approchées, ce qui permet d'adapter les ordres moteurs à l'état instantané du corps, et de combiner les signaux sensoriels. La préparation des ordres moteurs dans les voies cérébelleuses est simulée par un modèle mathématique qui inclut les réflexes myotatiques et tendineux, ainsi que les réactions sensori-motrices qui adaptent à court terme les ordres moteurs pour atténuer les effets des perturbations extérieures. Ce modèle établit pour la première fois un lien entre la théorie du point d'équilibre, qui décrit globalement la motricité, et la fonction de chaque voie anatomique. Il décrit aussi l'apprentissage sensori-moteur. Ce modèle a été validé par des simulations et des expérimentations robotiques au moyen d'une maquette d'avant-bras, constituée d'un segment articulé mû par deux muscles pneumatiques.

Par l'apprentissage sensori-moteur un modèle interne du corps se construit dans le système nerveux central. En même temps apparaît une propriété fonctionnelle émergente des voies cérébelleuses : le calcul des fonctions inverses des fonctions bio-mécaniques des récepteurs sensoriels et des membres, qui tient compte des relations géométriques et physiques entre les parties du corps, et assure la justesse des perceptions et l'exactitude des mouvements. La théorie et les résultats ont été publiés dans la revue *Neuroscience* [42].

Groupe 4

Traitement et Interprétation des Images

Responsable : F. Schmitt (P, 75%).

Permanents : E. Angelini (MC), I. Bloch (P), M. Campedel (IE) Y. Gousseau (MC), S. Ladjal (CER), H. Maître (P), J-M. Nicolas (P), Michel Roux (MC), T. Tanzi (P), F. Tupin (MC).

Permanents	11
Thèses soutenues	8
Articles de revues, communications à des conférences	26, 84
Chiffre d'affaires de contrats (k€)	885

Le groupe TII poursuit une double mission : d'une part faire progresser les outils méthodologiques de traitement, de modélisation et d'interprétation des images et des objets tridimensionnels, d'autre part approfondir, à travers des partenariats choisis, quelques domaines privilégiés d'application du traitement de l'image à la société de l'information. Dans notre quotidien, ces deux missions sont naturellement intimement mêlées et ne relèvent pas d'une séparation véritable au sein du groupe. Les deux premiers thèmes de recherche présentés ci-dessous se rattachent au premier axe (outils théoriques et méthodologiques) et les trois suivants à des domaines particuliers d'application relevant des STIC.

4.1 Raisonnement spatial sous incertitude

Chercheurs I. Bloch, H. Maître ; doctorants : C. Millet, F. Rossant, E. Rousseau, C. Takemura, S. Tilie ; professeurs invités : R. Cesar, M. Fujio.

Faits marquants Projets européens Smart et ECVision.

Le raisonnement spatial dans les images nécessite de développer des outils de représentation de l'information spatiale, concernant à la fois les objets et les relations entre objets, et de raisonnement sur ce type d'information. Les aspects de gestion de l'incertain et de l'imprécis ainsi que la fusion d'informations hétérogènes prennent une grande place dans nos travaux. Dans la continuité de nos travaux sur la théorie des ensembles flous pour le traitement et l'interprétation des images et la fusion d'informations, nous avons proposé de nouveaux modèles mathématiques de relations spatiales complexes telles que "entre" ou "le long de" (en collaboration avec l'université de Sao Paulo) [13, 14, 15, 35]. Ces modèles s'inspirent souvent de la morphologie mathématique, pour

laquelle nous avons également proposé des extensions floues et des applications au domaine de la logique formelle.

Ces développements formels ont été intégrés dans des représentations sous forme de graphes, dans des méthodes de mise en correspondance inexacte de graphes [31], ainsi que dans des modèles déformables [34]. Un nouvel axe a démarré, en collaboration avec le CEA, dans lequel les relations spatiales sont exploitées pour reconnaître des régions d'une image et en fournir une description linguistique. Nos recherches en fusion de données se sont orientées d'une part vers la fusion des relations spatiales et d'autre part vers la fusion de détecteurs de défauts pour des applications à la restauration de films (avec l'INA). Des modèles flous originaux ont également été proposés pour la gestion de la saturation du trafic ferroviaire. Enfin, des modèles flous de l'écriture musicale ont permis d'obtenir des taux de reconnaissance de partitions supérieurs à ceux obtenus par des logiciels du commerce [67] (avec l'ISEP).

4.2 Analyse et modélisation stochastique des images naturelles

Chercheurs Y. Gousseau, S. Ladjal, F. Roueff.

Faits marquants Participation au réseau européen Muscle ; projet CNRS MathStic "analyse de la régularité des images".

Cet axe de recherche, développé en collaboration avec le groupe TSAC, l'ENS, l'IRISA, le LORIA et PARIS 5, concerne le développement de modèles probabilistes géométriques pour les images naturelles. Une première direction concerne la modélisation de la régularité mathématique des images. Une étude systématique des modèles d'occultation (modèle des feuilles mortes) a été menée. Nous avons ensuite montré l'existence d'une limite de ces modèles aux petites échelles, caractérisé sa régularité Besov et testé sa pertinence en termes de débruitage. Une deuxième direction concerne la modélisation aléatoire des formes et plus précisément la mise en correspondance de formes planes [96].

4.3 Culture, patrimoine et STIC

Chercheurs F. Schmitt, H. Maître, Y. Gousseau, S. Ladjal ; doctorants : C. Akgül, C. Hernandez, T. Tung, T. Hurtut, N. Bonnier.

Faits marquants Projets européens Crisatel [66] et Sculpteur.

Nous nous intéressons depuis de nombreuses années à l'acquisition, la modélisation et la reproduction couleur de haute fidélité de scènes ou d'objets réels complexes. Nous avons en particulier appliqué des techniques d'imagerie numérique, de scanner laser et de traitement d'image pour la recherche dans les domaines muséologiques, en collaboration avec le CRRMF, notamment lors de projets nationaux et européens en imagerie multispectrale (peintures) et en reconstruction 3D (archéologie, sculptures). Une technique passive (silhouettes / multistéréo) de reconstruction 3D avec auto-calibrage à partir de séquences d'images numériques a été développée. Elle permet d'obtenir des modèles numériques texturés de très grande qualité [43, 105]. La multiplication des bases de données d'objets 3D nous a conduit à développer une technique d'indexation de modèles 3D par graphes de Reeb multirésolution augmentés s'appuyant sur les informations de topologie, géométrie, texture et couleur [80, 79], avec Mensi. Cette approche se compare très favorablement aux autres techniques de recherche par le contenu. Des techniques de reconstruction et de rendu de la surface d'objets échantillonnés avec de très gros nuages de points 3D ont été développées. Une représentation avec un continuum de niveaux de détail a été proposée [104], en collaboration avec l'INRIA. De nouvelles techniques de reconstruction spectrale ont été mises au point dans le cadre d'un système d'imagerie multispectrale appliqué aux peintures [66].

4.4 Imagerie médicale

Chercheurs E. Angelini, I. Bloch ; doctorants : A. Kermi, H. Khotanlou, A. Moreno, O. Nempont, G. Peters, P. Soler ; postdocs : J. Atif, B. Batrancourt, J. Burguet, N. Gadi ; professeur invité : A. Tuzikov.

Faits marquants Projet RNRT Adonis ; Arc Headexp ; projet incitatif GET.

Nos recherches en imagerie médicale comportent toujours un volet important de modélisation des connaissances et de gros volumes de données. En imagerie cérébrale, en particulier dans le cadre de l'IFR 49, nous avons poursuivi nos travaux sur la modélisation des tissus de la tête, avec des contributions originales sur les maillages contraints topologiquement [17, 83] (avec FT R&D). Nous cherchons maintenant à intégrer dans les descriptions anatomiques des informations spécifiques au patient, y compris concernant les pathologies. Cette nouvelle orientation nous a conduits à développer des méthodes de segmentation de tumeurs, et de représentations sous forme d'hypergraphes, interfacées avec des outils de manipulation et de visualisation des images et des résultats de segmentation, dans le cadre d'une contribution au dossier patient numérique, en collaboration avec le LATIM.

Les études sur les pathologies dépassent le cadre de l'imagerie cérébrale. En oncologie thoracique, nous avons enrichi nos méthodes antérieures de recalage non-linéaire [23] d'un formalisme permettant de contraindre les déformations des pathologies, tout en respectant la continuité du champ de déformations (avec Segami). En mammographie, avec General Electric, nous avons développé une des premières méthodes de détection de micro-calcifications et de masses sur des données nouvelles de mammographie numérique 3D. Enfin, nous avons démarré un projet de recherche sur les myopathies, dans lequel nous avons développé de premières méthodes de segmentation des muscles, à partir de modèles déformables et de relations spatiales (collaboration avec l'Institut de Myologie).

Dans le cadre d'une collaboration active avec Columbia University, New York, USA, deux projets de recherche ont été développés : l'un sur la segmentation d'IRM du cerveau avec des modèles déformables implicites et la comparaison de méthodes de segmentation pour les structures corticales, l'autre sur la caractérisation de la fonction cardiaque sur des ultrasons tri-dimensionnels temps-réel en partenariat avec Philips Medical System [2]. Ce second projet, qui complète nos études sur la fusion d'acquisitions selon plusieurs points de vue, a permis le développement de nouvelles méthodes de suivi de surfaces du muscle du myocarde et la caractérisation du mouvement pour la détection et la quantification d'anomalies fonctionnelles.

4.5 Imagerie aérienne et satellitaire

Chercheurs M. Campedel, H. Maître, J.-M. Nicolas, M. Roux, T. Tanzi, F. Tupin ; doctorants : S. Amami, Luo Bin, F. Bretar, F. Cellier, F. Chaabane, M. Costache, D. Cherifi, J. Dellière, D. Girardeau-Montaut, S. Homayouni, H. Jibrini, I. Kyrgyzov, P. Lopes-Quiroz, C. Tison, C. Valade, S. Zinger ; postdocs : F. Galland, J.-F. Aujol.

Faits marquants Centre de compétences CNES-DLR ; études Recalage et 3D optique / radar pour le CNES ; contrats DGA (DGA-Spoti) avec EADS-S&DE ; ACI MEGATOR et QUERYSAT.

L'activité en imagerie aérienne et satellitaire reste orientée autour des deux axes principaux de l'imagerie optique (et particulièrement à haute résolution) et l'imagerie radar.

Imagerie optique

Dans le domaine de l'imagerie optique, nous avons poursuivi nos activités en cartographie urbaine à haute résolution dans des collaborations avec l'IGN d'une part et avec Alcatel d'autre part, ainsi que des travaux en imagerie hyperspectrale. Après des travaux intensifs sur la construction de modèles 3D à partir d'images multiples, nous avons porté nos efforts sur l'extraction de primitives cartographiques en milieu urbain dense (routes et bâtiments). Nos études sur l'identification

des matériaux de scènes urbaines ont été suivies par l'analyse d'images hyper-spectrales de haute résolution, en particulier par fusion de techniques de classification. D'autres sources de données ont été envisagées, dont les nuages de points acquis par les capteurs laser aéroportés. Les problèmes traités concernent le rééchantillonnage de ces points 3D irréguliers, et l'extraction de la végétation et des bâtiments [20]. L'utilisation conjointe de sources ou de capteurs différents nous a amenés à porter une attention particulière au problème du recalage de ces données.

Cependant, depuis deux ans, ces travaux ont reçu une nouvelle impulsion avec la décision du programme d'imagerie satellitaire choisi en remplacement du programme SPOT : le programme ORFEO. Cette décision s'est traduite d'une part par une très forte participation du laboratoire aux réflexions nationales organisées par le CNES sur ORFEO (pilotage du programme d'exploration méthodologique et forte participation aux ateliers sur les traitements bidimensionnels et tridimensionnels), d'autre part par des actions de recherche intensives conduites en partenariat avec le CNES et le DLR (Agence spatiale allemande) sur l'interprétation des images à très haute résolution, leur indexation et leur archivage ; actions de recherche qui ont abouti à la création, en juin 2005, d'un **Centre Commun de Compétence**, basé à l'ENST, qui regroupe des moyens en personnel des trois instituts avec pour vocation de dégager des solutions opérationnelles d'interprétation automatique des images pour les futures générations de satellites à haute résolution. Les travaux engagés à ce jour concernent principalement l'indexation par les textures et la constitution de bases de données de paysages. Nos contributions portent pour l'instant sur des approches statistiques [25, 24].

Imagerie radar

Un outil original de synthèse RSO, fondé sur un traitement dans le domaine temporel et calculant une image directement en géométrie sol, a été élaboré et utilisé pour construire des images sur des zones de fort relief (vallée de Chamonix). Cet outil est utilisé pour générer les interférogrammes requis dans l'ACI MEGATOR (Mesure de l'Evolution des Glaciers Alpains par Télédétection Optique et Radar des Archives à ORFEO, coordonnée par le LISTIC) et qui permettent ainsi de produire des cartes d'évolution de la surface des glaciers. Les travaux de recherche sur l'obtention de Modèles Numériques d'Elevation en milieu urbain avec des données RSO de haute résolution ont abouti au développement de deux chaînes de reconstruction 3D intégrant des modèles markoviens : l'une utilisant un couple interférométrique [114], l'autre s'appuyant sur un couple radargrammétrique et une image optique [81].

Dans le cadre de l'interférométrie différentielle satellitaire, les travaux sur la détection des mouvements de terrain et la correction des effets troposphériques [102] vont se poursuivre dans le cadre des séismes lents de Mexico. Nous poursuivons également des sur la simulation de l'imagerie radar à haute résolution en milieu urbain, notamment dans le cadre d'une collaboration avec EADS.

Groupe 5

Traitements Statistiques et Applications aux Communications

Responsable E. Moulines (P).

Permanents K. Abed Meraim (MC), G. Blanchet (P), O. Cappé (CR CNRS), J-F. Cardoso (DR CNRS), M. Charbit (P), G. Fort (CR CNRS, depuis mai 2005), J. Najim (CR CNRS), F. Roueff (MC), M. Sigelle (MC, 25%).

Associés R. Douc (MC, Ecole Polytechnique), G. Faÿ (MC, Univ. Lille), A. Guillin (MC, Univ. Paris-Dauphine, délégation CNRS), P. Loubaton (P, UMLV), P. Soulier (P, Paris X).

Permanents	10
Thèses soutenues	2
Articles en revues, communications à des conférences	27, 64
Chiffre d'affaire de contrats (k€)	290

Le groupe TSAC est articulé autour des méthodes de traitement statistique de l'information et de leurs applications en statistique appliquée, traitement du signal, théorie des systèmes et communications numériques. Initialement très centré autour des problématiques de traitement du signal pour les communications numériques, la recherche du groupe s'est considérablement ouverte vers des problématiques comme le traitement de données pour l'astrophysique ou le traitement statistique du langage naturel.

Le groupe TSAC entretient des collaborations avec les groupes TII et AAO notamment sur les aspects liés à l'apprentissage automatique et à la fouille de données. En dehors du GET, le groupe TSAC entretient des collaborations suivies avec des équipes universitaires, en France et à l'étranger, en particulier dans les domaines des mathématiques appliquées et des probabilités et statistiques mais également autour des applications en communications numériques.

5.1 Séries chronologiques et modèles de dépendance

Chercheurs Y. Gousseau, E. Moulines, F. Roueff, G. Faÿ, P. Soulier ; doctorant : T. Trigano.

Faits marquants Organisation du colloque "Lois de puissance en probabilité et statistiques", CIRM Mars 2004 (resp. F. Roueff et P. Soulier) ;

L'inférence statistique pour les séries chronologiques est un vaste domaine, recouvrant des problématiques traditionnelles de traitement du signal ainsi que des applications. Le thème de la mémoire longue a été approfondi que ce soit dans ses applications à la finance (coll. New-York

University, [52]) ou au télétrafic (coll. Boston University ; deux publications soumises et travaux en cours). Le thème des processus localement stationnaires a aussi donné lieu à de nouveaux résultats (coll. Univ. Paris XI, [58]). Enfin, l'équipe s'intéresse également aux processus ponctuels, à la fois dans le domaine spatial, pour la modélisation d'images texturées (coll. avec le groupe TII), et dans le domaine temporel, pour la déconvolution de processus de type "shot noise" (thèse de T. Trigano, coll. CEA).

5.2 Modèles à données latentes et méthodes algorithmiques d'inférence

Chercheurs O. Cappé, M. Charbit, R. Douc, G. Fort, A. Guillin, E. Moulines, J. Najim, F. Roueff, M. Sigelle ; doctorants : J. Alonso-Ybanez, N. Castaneda, J. Darbon, L. Rigouste.

Faits marquants ACI Apostle (avec le Cérémade et l'ENGREF) ; publication de l'ouvrage de Cappé, Moulines et Rydén sur les modèles de Markov cachés (Springer, août 2005) ; organisation du IEEE workshop on Statistical Signal Processing à Bordeaux en juillet 2005.

L'équipe maintient une activité significative autour des modèles à données latentes (modèles de Markov cachés, modèles de mélange, champs de Markov), des algorithmes numériques d'inférence qui leurs sont associés (méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov, filtrage particulaire) ainsi que de certaines de leurs applications (filtrage, poursuite, traitement d'image, fouille de données). Parmi les travaux récents concernant l'inférence dans les modèles à données latentes, on peut citer notamment l'estimation non-paramétrique de densités de mélange [68], l'étude spécifique du cas des modèles de Markov cachés [86, 41] et l'estimation des hyper-paramètres dans les tâches de restauration d'images avec régularisation par un critère de variation totale. Nos contributions récentes sur les méthodes algorithmiques d'inférence portent sur l'analyse des algorithmes de type Monte Carlo séquentiels [86, 39] ainsi que sur l'utilisation de ceux-ci comme alternative aux techniques de Monte Carlo par chaîne de Markov [26]. Les directions de recherche que nous comptons privilégier à l'avenir concernent en particulier la question des méthodes de Monte Carlo adaptatives [1] (thème d'un projet en cours d'examen déposé à l'ANR) ainsi que les applications dans le domaine de la fouille de données. Sur ces sujets, nous collaborons plus particulièrement avec le Cérémade (Univ. Paris Dauphine), le CMAP (Ecole Polytechnique) et les départements de statistique des universités de Bristol (GB) et Lund (Suède).

5.3 Traitement de données pour l'astrophysique

Chercheurs O. Cappé, J-F. Cardoso ; doctorant : F. Guilloux.

Faits marquants ACI "Nouvelles Interfaces des Mathématiques" COSMOSTAT : Méthodes statistiques pour la reconstruction et l'analyse du fonds de rayonnement cosmologique.

Nous poursuivons notre travail de développement et d'application des méthodes statistiques au traitement des données astrophysiques et tout particulièrement à l'analyse du fonds de rayonnement cosmologique qui constitue un enjeu majeur, tant scientifique (cartographie et analyse de l'Univers primordial) que technologique (mission spatiale, masse de données, contrôle des systématiques, etc).

Depuis 2002, une collaboration très suivie a été engagée avec l'équipe ADAMIS (Analyse de Données en Astroparticules, Modélisation, Interprétation, Simulation), créée par J. Delabrouille au sein de la fédération APC (Astroparticules et cosmologie) de Paris VII [78, 57, 64]. En 2004, nous avons obtenu une ACI NIM sous le nom de COSMOSTAT : Méthodes statistiques pour la reconstruction et l'analyse du fonds de rayonnement cosmologique, regroupant des chercheurs en cosmologie observationnelle (Équipe ADAMIS), des mathématiciens (D. Picard, G. Kerkycharian, Lab. de Proba. et Modèles Aléatoires, Paris 7) et des chercheurs du LTCI et se traduisant, notamment, par le co-encadrement de la thèse de F. Guilloux par J-F. Cardoso et D. Picard. L'ACI traite les

thèmes suivants : analyse spectrale sur la sphère, ondelettes sphériques, données manquantes, non-stationnarité et non gaussianité, séparation de composantes.

5.4 Traitement du signal pour les communications

Chercheurs K. Abed-Meraim, P. Loubaton, J. Najim; doctorants : S. Bartelmaos, L. Berriche, I. Bousbia-Salah, I. Kacha, B. Mouhouche.

Faits marquants Participation au REX NewCom ; ACI MalCom.

L'étude des systèmes comportant plusieurs capteurs, et éventuellement plusieurs émetteurs (MIMO) constitue, historiquement, un des domaines phares de l'équipe, actuellement très porteur. Les contributions récentes ont porté sur les approches autodidactes (ou aveugle) en multicauteurs [92, 7, 8] ainsi que le codage spatio-temporel qui permet d'augmenter de façon très significative la capacité des systèmes de transmission équipés d'antennes multiples [85]. Un autre thème abordé récemment est celui de la localisation [47, 48]. Nous nous intéressons enfin aux systèmes d'accès multiple à répartition par code (CDMA), notamment autour des méthodes autodidactes d'annulation d'interférences (thèse de B. Mouhouche, coll. WaveCom).

En collaboration avec P. Loubaton et W. Hachem (Supélec), nous avons entrepris, au sein de l'ACI MathSTIC CNRS MalCom, de développer des outils méthodologiques permettant d'aborder les mesures de performances des systèmes MIMO. Ces outils se fondent pour la plupart sur des résultats issues de la théorie des matrices aléatoires. Ces recherches ont donné lieu à plusieurs articles actuellement soumis à des revues internationales (Ann. Appl. Probab., Annals of Applied Probability, Markov Proc. Related Fields). Nous avons également proposé la création d'une action au sein du GdR ISIS autour des statistiques de matrices aléatoires de grande dimension.

Bibliographie

Revue internationale avec comité de lecture

- [1] C. Andrieu, E. Moulines, and P. Priouret. Stability of stochastic approximation under verifiable conditions. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 2005. to appear.
- [2] E. D. Angelini, S. Homma, G. Pearson, J. W. Holmes, and A. F. Laine. Segmentation of real-time three-dimensional ultrasound for quantification of ventricular function: a clinical study on right and left ventricles. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 31(9):1143–1158, sep 2005.
- [3] R. Badeau, B. David, and G. Richard. Fast approximated power iteration subspace tracking. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 53(8), aug 2005.
- [4] R. Badeau, B. David, and G. Richard. High resolution spectral analysis of mixtures of complex exponentials modulated by polynomials. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2005. to appear.
- [5] R. Badeau, B. David, and G. Richard. A new perturbation analysis for signal enumeration in rotational invariance techniques. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2005. to appear.
- [6] R. Badeau, G. Richard, and B. David. Sliding window adaptive SVD algorithms. *IEEE transactions on signal processing*, 52(1):1 – 10, jan 2004.
- [7] B. Barkat and K. Abed-Meraim. Algorithms for blind components separation and extraction from the time-frequency distribution of their mixture. *JASP (Journal of Applied Sig. proc.)*, nov 2004.
- [8] A. Belouchrani, K. Abed-Meraim, M. Amin, and A. M. Zoubir. Blind separation of non-stationary sources. *IEEE S.P. letters*, jul 2004.
- [9] C. Bergeron, C. Lamy-Bergot, G. Pau, and B. Pesquet-Popescu. Temporal scalability through adaptive m-band filterbanks for robust H264/MPEG-4 AVC video coding. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing (JASP)*, dec 2005.
- [10] D. Bitauld, C. Martins, I. Zaquine, A. Maruani, R. Frey, R. Chevallier, and L. Dupont. Filtrage fréquentiel par un dispositif à réseau intracavité inscrit sur cristaux liquides. *Journal de Physique*, 119:129–130, nov 2004.
- [11] D. Bitauld, L. Menez, I. Zaquine, A. Maruani, and R. Frey. Diffraction of Gaussian beams on intracavity bragg gratings. *Journal of the Optical Society of America B*, 22(6):1153–1160, jun 2005.
- [12] D. Bitauld, I. Zaquine, A. Maruani, and R. Frey. Uniform response high resolution optical filtering using a grating-assisted acousto-optic device. *Optics Express*, 13(17):6438–6444, aug 2005.
- [13] I. Bloch. Fuzzy Spatial Relationships for Image Processing and Interpretation: A Review. *Image and Vision Computing*, 23(2):89–110, 2005.

- [14] I. Bloch. Spatial Reasoning under Imprecision using Fuzzy Set Theory, Formal Logics and Mathematical Morphology. *International Journal of Approximate Reasoning*, 2005. to appear.
- [15] I. Bloch, O. Colliot, O. Camara, and T. Géraud. Fusion of Spatial Relationships for Guiding Recognition. Example of Brain Structure Recognition in 3D MRI. *Pattern Recognition Letters*, 26:449–457, 2005.
- [16] I. Bloch, O. Colliot, and R. Cesar. On the Ternary Spatial Relation Between. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics SMC-B*, 2005. to appear.
- [17] I. Bloch, J. Pescatore, and L. Garnero. A New Characterization of Simple Elements in a Tetrahedral Mesh. *Graphical Models*, 67:260–284, 2005.
- [18] R. Boyer and K. Abed-Meraim. Audio modeling based on delayed sinusoids. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, 12(2):110–120, mar 2004.
- [19] R. Boyer and K. Abed-Meraim. Damped & delayed sinusoidal model for fast time-varying signals. *IEEE Trans. on SP*, may 2005.
- [20] F. Bretar, M. Chesnier, M. Roux, and M. Pierrot-Deseilligny. Analyse quantitative de données laser 3D : classification et modélisation du terrain. *Bulletin de la Société Française de Télédétection*, (176):21–29, oct 2004.
- [21] H. Brettel, L. Shi, and H. Strasburger. Temporal image fusion in human vision. *Vision Research*, 2005. to appear.
- [22] F. Bujor, E. Trouvé, J.-M. Nicolas, and J. P. Rudant. Application of log-cumulants to the detection of spatiotemporal discontinuities in multitemporal SAR images. *IEEE Trans on Geoscience and Remote Sensing*, 42(10):2073–2094, oct 2004.
- [23] O. Camara, O. Colliot, and I. Bloch. Computational Modeling of Thoracic and Abdominal Anatomy Using Spatial Relationships for Image Segmentation. *Real Time Imaging*, pages 263–273, 2004.
- [24] M. Campedel and E. Moulines. Classification et sélection automatique de caractéristiques de textures. *RNTI*, C(1):25–37, sep 2004.
- [25] M. Campedel and E. Moulines. Classification et sélection de caractéristiques de textures. *RSTI-RIA*, 19:633–659, sep 2005.
- [26] O. Cappé, A. Guillin, J.-M. Marin, and C. P. Robert. Population Monte Carlo. *J. Comput. Graph. Stat.*, 13(4):907–929, 2004.
- [27] V. Cappellini, H. Maitre, I. Pitas, and A. Piva. Guest editorial: special issue on image processing for cultural heritage. *IEEE Image Processing*, 13(3):273–276, mar 2004.
- [28] R. Carré. Emergence des systèmes phonologiques. *Langages*, 146:70–79, 2004.
- [29] R. Carré. From acoustic tube to speech production. *Speech Communication*, 42:227–240, 2004.
- [30] R. Carré. Traitement de parole et linguistique: interactions. *Le français moderne*, 1:71–78, 2004.
- [31] R. Cesar, E. Bengoetxea, I. Bloch, and P. Larranaga. Inexact Graph Matching for Model-Based Recognition: Evaluation and Comparison of Optimization Algorithms. *Pattern Recognition*, 38:2099–2113, 2005.
- [32] J.M. Chaufray, W. Hachem, and P. Loubaton. Asymptotic analysis of optimum and sub-optimum cdma downlink mmse receivers. *IEEE Transactions on Information Theory*, 50(11):2620 – 2638, nov 2004.

- [33] P. Cheung Mon Chan and E. Moulines. Global sampling for sequential filtering over discrete state-space. *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, 15(1):2242–2254, nov 2004.
- [34] O. Colliot, O. Camara, and I. Bloch. Un modèle déformable intégrant des relations spatiales pour la segmentation de structures cérébrales. *I3*, 2005. to appear.
- [35] O. Colliot, A. Tuzikov, R. Cesar, and I. Bloch. Approximate Reflectional Symmetries of Fuzzy Objects with an Application in Model-Based Object Recognition. *Fuzzy Sets and Systems*, 147:141–163, 2004.
- [36] R. Dehak, I. Bloch, and H. Maître. Spatial Reasoning with Incomplete Information about Relative Positioning. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 27(9):1473–1484, sep 2005.
- [37] O. Derrien, P. Duhamel, M. Charbit, and G. Richard. A new quantization optimization algorithm for the mpeg advanced audio coder using a statistical sub-band model of the quantization noise. *IEEE Transactions on Speech and Audio*, 2005. to appear.
- [38] R. Douc, G. Fort, E. Moulines, and P. Soulier. Practical drift conditions for subgeometric rates of convergence. *Annals of Applied Probability*, 14(3):1353–1377, apr 2004.
- [39] R. Douc, A. Guillin, and J. Najim. Moderate deviations for particle filtering. *Annals of Applied Probability*, 15(1B):587–614, 2005.
- [40] R. Douc, E. Moulines, and J. Rosenthal. Quantitative bounds for geometric convergence rates of Markov Chains. *Annals of Applied Probability*, 14(4):1643–1665, apr 2004.
- [41] R. Douc, E. Moulines, and T. Ryden. Asymptotic properties of the maximum likelihood estimator in autoregressive models with markov regime. *Annals of Statistics*, 32(5):2254–2304, oct 2004.
- [42] M. Ebadzadeh, B. Tondu, and C. Darlot. Computation of inverse functions in a model of cerebellar and reflex pathways allows to control a mobile mechanical segment. *Neuroscience*, 133:29–49, apr 2005.
- [43] C. Hernández Esteban and F. Schmitt. Silhouette and stereo fusion for 3d object modeling. *Computer Vision and Image Understanding*, 96(3):367–392, dec 2004.
- [44] G. Fay, E. Moulines, and P. Soulier. Edgeworth expansions for linear statistics of possibly long-range dependent linear processes. *Statistics and Probability Letters*, 66(3):275–288, 2004.
- [45] G. Feideropoulou and B. Pesquet-Popescu. Stochastic modelling of the spatio-temporal wavelet coefficients. application to quality enhancement and error concealment. *EURASIP Journal of Signal Processing and Applications (JASP)*, (12):1931–1942, sep 2004.
- [46] O. Gillet and G. Richard. Drum loops retrieval from spoken queries. *Journal of Intelligent Information Systems - Special issue on Intelligent Multimedia Applications*, 24(2/3):159–177, mar 2005.
- [47] E. Grosicki, K. Abed-Meraim, and Y. Hua. Near field source localisation using second order statistics. *IEEE Trans. Signal Processing*, oct 2005. to appear.
- [48] E. Grosicki, K. Abed-Meraim, and Y. Hua. A weighted linear prediction method for near field source localization. *IEEE Tr. on Signal Processing*, 2005. to appear.
- [49] H. H. Heijmans, G. Piella, and B. Pesquet-Popescu. Adaptive wavelets for image compression using update lifting: Quantisation and error analysis. *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*, dec 2005.

- [50] H. H. Heijmans, G. Piella, and B. Pesquet-Popescu. Adaptive wavelets for image compression using update lifting: Quantisation and error analysis. *International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing*, sep 2005. to appear.
- [51] Th. Hélie and D. Matignon. Diffusive representations for the analysis and simulation of flared acoustic pipes with visco-thermal losses. *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (M3AS)*, 2005. to appear.
- [52] C. Hurvich, E. Moulines, and Ph. Soulier. Estimating long memory in volatility. *Econometrica*, 73(4):1283–1328, 2005.
- [53] M.A. Khalighi and M.M. Nayebi. CFAR adaptive threshold for ESM receiver with logarithmic amplification. *EURASIP journal of Signal Processing*, 84(1):41–53, jan 2004.
- [54] H. Kim, K. Honda, and S. Maeda. Stroboscopic cine-mri study on the phasing between the tongue and the larynx in korean three-way phonation contrast. *Journal of Phonetics*, 2005. to appear.
- [55] D. Matignon and Ch. Prieur. Asymptotic stability of linear conservative systems when coupled with diffusive systems. *European Series in Applied and Industrial Mathematics: Control, Optimization and Calculus of Variations (ESAIM:COCV)*, 11(3):487–507, jul 2005.
- [56] A. Moreau, I. Zaquine, A. Maruani, and R. Frey. Efficient Bragg-like operation of intracavity low efficiency plane gratings. *Journal of the Optical Society of America B*, 22(11), nov 2005.
- [57] Y. Moudden, J.-F. Cardoso, J.-L. Starck, and J. Delabrouille. Blind component separation in wavelet space. application to CMB analysis. *Eurasip Journal on Applied Signal Processing*, 2005. to appear.
- [58] E. Moulines, P. Priouret, and F. Roueff. On recursive estimation for time varying autoregressive processes. *Annals of statistics*, dec 2005. to appear.
- [59] J. Najim. Large deviations for independent random variables, application to Erdős-Renyi functional law of large numbers. *ESAIM P&S*, 9:116–142, 2005.
- [60] G. Pau, C. Tillier, B. Pesquet-Popescu, and H. Heijmans. Motion compensation and scalability in lifting-based video coding. *EURASIP Signal Processing: Image Communication, special issue on Wavelet Video Coding*, pages 577–600, aug 2004.
- [61] G. Piella, B. Pesquet-Popescu, and H. Heijmans. Gradient-driven update lifting for adaptive wavelets. *Signal Processing: Image Communication*, oct 2005. to appear.
- [62] G. Piella, B. Pesquet-Popescu, H. Heijmans, and G. Pau. Combining seminorms in adaptive lifting schemes and applications to image analysis and compression. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, dec 2005.
- [63] G. Piella, B. Pesquet-Popescu, H. Heijmans, and G. Pau. Combining seminorms in adaptive lifting schemes and applications to image analysis and compression. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, dec 2005. to appear.
- [64] J. F. Ponthieu and 49 authors, incl. J.-F. Cardoso. Temperature and polarization angular power spectra of Galactic dust radiation at 353 GHz as measured by Archeops. *Astronomy & Astrophysics*, 2005. to appear.
- [65] J. Prado. A New Fast Bit-Reversal Permutatio Algorithm Based on a Symmetry. *Signal Processing Letters*, 11(12), dec 2004.
- [66] A. Ribés, F. Schmitt, R. Pillay, and C. Lahanier. Calibration and spectral reconstruction for crisatel: an art painting multispectral acquisition system. *Journal of Imaging Science and Technology*, 2005. to appear.

- [67] F. Rossant and I. Bloch. A Fuzzy Model for Optical Recognition of Musical Scores. *Fuzzy Sets and Systems*, 141:165–201, 2004.
- [68] F. Roueff and T. Rydén. Non-parametric estimation of mixing densities for discrete distributions. *The Annals of Statistics*, oct 2005. to appear.
- [69] E. Rouillot, A. Herment, I. Bloch, A. De Cesare, M. Nikolova, and E. Mousseaux. Modeling Anisotropic Undersampling of Magnetic Resonance Angiographies and Reconstruction of a High-Resolution Isotropic Volume using Half-Quadratic Regularization Techniques. *Signal Processing*, 84:743–762, 2004.
- [70] M. Sahmoudi, K. Abed-Meraim, and M. Benidir. Blind separation of impulsive alpha-stable sources using minimum dispersion criterion. *IEEE Signal Processing Letters*, 12:281–284, apr 2005.
- [71] W. Serniclaes, S. Van Heghe, P. Mousty, R. Carré, and L. Sprenger-Charolles. Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87:336–361, 2004.
- [72] V. Sharifi-Salamantian, B. Pesquet-Popescu, J. Simoni-Lafontaine, and J. P. Rigaut. A robust index for spatial heterogeneity in breast cancer. *Journal of Microscopy*, 216(2):110–122, nov 2005.
- [73] V. Sharifi-Salamantian, B. Pesquet-Popescu, J. Simoni-Lafontaine, and J. P. Rigaut. A robust index for spatial heterogeneity in breast cancer. *Journal of Microscopy*, 2005. to appear.
- [74] T. J. Tanzi. Les télécommunications en ingénierie du risque. etat de l'art et perspectives. *Revue Internationale de Géomatique. Numéro spécial RISQUE*, 2005. to appear.
- [75] C. Tillier, B. Pesquet-Popescu, and M. Van Der Schaar. Improved update operators for lifting-based motion-compensated temporal filtering. *IEEE Signal Proc. Letters*, pages 146–149, feb 2005.
- [76] C. Tison, J.M. Nicolas, F. Tupin, and H. Maître. A New Statistical Model of Urban Areas in High Resolution sar Images for Markovian Segmentation. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (IGARSS'03 special issue)*, 42(10):2046–2057, oct 2004.
- [77] C. Tison, F. Tupin, and H. Maître. Un premier pas vers l'extraction de MNS urbains en interférométrie ros à haute résolution par fusion de détecteurs. *Bulletin de la SFPT*, (176):3–13, oct 2004.
- [78] M. Tristram and 49 authors, incl. J.-F. Cardoso. The CMB temperature power spectrum from an improved analysis of the Archeops data. *Astronomy & Astrophysics*, 436(3):785–797, sep 2005.
- [79] T. Tung and F. Schmitt. An augmented multiresolution reeb graph approach for content-based retrieval of 3d models. *International Journal of Shape Modeling*, 11(1):91–120, may 2005.
- [80] T. Tung and F. Schmitt. Indexation de modèles 3d par graphe de reeb multirésolution augmenté. *Annales des télécommunications*, sep 2005. to appear.
- [81] F. Tupin and M. Roux. Markov random field on region adjacency graphs for the fusion of sar and optical data in radargrammetric applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43(8):1920–1928, aug 2005.
- [82] D. S. Turaga, M. Van Der Schaar, and B. Pesquet-Popescu. Reduced complexity spatio-temporal scalable motion compensated wavelet video encoding,. *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, 15(8):982–993, aug 2005.

- [83] J. Wiart, A. Hadjem, N. Gadi, I. Bloch, M. F. Wong, A. Pradier, D. Lautru, V. F. Hanna, and C. Dale. Modeling of RF Exposure in Children. *IEEE*, 2005. to appear.
- [84] Y. Yemez and F. Schmitt. 3d reconstruction of real objects with high resolution shape and texture. *Image and Vision Computing*, 22(13):1137–1153, nov 2004.

Livres, chapitres de livres et articles dans une collection d'articles

- [85] B. Boashash, A. Belouchrani, K. Abed-Meraim, and N. Trung. Time frequency analysis for mobile communications. In *Signal Processing for Wireless Communication handbook*. M. Ibnkahla, CRC Press, 2004.
- [86] O. Cappé, E. Moulines, and T. Rydén. *Inference in Hidden Markov Models*. Springer, 2005.
- [87] R. Carré. Speech gestures by deduction, gesture production, and gesture perception. In G. Meyer and P. Divenyi, editors, *Dynamics of speech production and perception*. IOP Press, Amsterdam, 2004.
- [88] F. Cayre, B. Macq, H. Maître, and F. Schmitt. Tatouage des objets à 3d. In F. Davoine and S. Pateux, editors, *Tatouage de documents audiovisuels numériques*, chapter 5, pages 169–193. Lavoisier-Hermès - Collection IC2, Paris, 2004.
- [89] G. Chollet, A. Esposito, M. Faundez-Zanuy, and M. Marinaro, editors. *Advances in Nonlinear Speech Modeling and Applications. Lectures Notes in Computer Science, Volume 3445*. Springer Verlag, 2005.
- [90] G. Chollet, K. Mctait, and D. Petrovska-Delacretaz. Data driven approaches to speech and language processing. In G. Chollet, A. Esposito, and M. Marinaro, editors, *Advances in Non Linear Speech Processing and Applications*, chapter LNCS, Vol. 3445. Springer Verlag, 2005.
- [91] A. Esposito and G. Aversano. Text independent methods for speech segmentation. In G. Chollet, A. Esposito, M. Faundez-Zanuy, and M. Marinaro, editors, *Advances in Nonlinear Speech Modeling and Applications*. Springer Verlag, 2005. to appear.
- [92] I. Fijalkow and K. Abed-Meraim. Egalisation aveugle. In Ph. Loubaton, editor, *Signal et télécoms*. Hermès - Collection IC2, Paris, 2004.
- [93] Yves Grenier. Interfaces audio AES/EBU. In *Traité Informatique*. Editions Techniques de l'Ingénieur, 2004.
- [94] C. Imieliska, J. Udupa, D. Metaxas, Y. Jin, E. Angelini, T. Chen, and Y Zhuge. Hybrid segmentation methods. In T. Yoo, editor, *Principles and Practice for Segmentation, Registration, and Image Analysis*, chapter 12, pages 351–388. A.K. Peters, Wellesey, MA, USA, 2005.
- [95] N. Milisavljevic and I. Bloch. Improving Mine Recognition through Processing and Dempster-Shafer Fusion of Multisensor Data. In M. Sarfraz, editor, *Computer-Aided Intelligent Recognition, Techniques and Applications*, chapter 17, pages 319–343. J. Wiley, 2005.
- [96] P. Muse, F. Sur, F. Cao, Y. Gousseau, and J.-M. Morel. Shape recognition based on an a contrario methodology. In H. Krim and A. Yezzi, editors, *Statistic and Analysis of Shapes*. Birkhauser, 2005. to appear.
- [97] G. Richard and O. Cappé. Synthèse de la parole à partir du texte. In *Traité Informatique*. Editions Techniques de l'ingénieur, 2004.
- [98] E. Sanchez-Soto, M. Sigelle, and G. Chollet. Graphical Models for Text-Independent Speaker Verification. In M. Faundez G. Chollet, A. Esposito and M. Marinaro, editors, *Non Linear Speech Processing*, chapter LNCS, Vol. 3445. Springer Verlag, 2005.
- [99] M. Tomokiyo, S. Hollard, and G. Chollet. Studies of emotional expressions in oral dialogues towards an extension of unl. In J. Cardenosa, editor, *Universal Networking Languages : Advances in Theory and Applications*. ISSN 1665-9899, 2005.

Thèses

- [100] R. Badeau. *Méthodes à haute résolution pour l'estimation et le suivi de sinusoides modulées. Application aux signaux de musique.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, ENST2005E007, apr 2005.
- [101] B. Benmosbah. *Utilisation de la mémoire de parole pour la reconnaissance : application pour des personnes handicapées.* PhD thesis, ENST, jan 2005.
- [102] F. Chaabane. *Suivi multitemporel en interferometrie radar et prise en compte des effets atmospheriques.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, mar 2004.
- [103] D. Cherifi. *Utilisation d'un modèle symbolique pour l'interprétation des images de radar à ouverture synthétique.* PhD thesis, ENST05E00, mar 2005.
- [104] F. Duguet. *Rendu et reconstruction de très gros nuages de points 3D.* PhD thesis, Université de Nice - Sophia-Antipolis, jun 2005.
- [105] C. Hernández Esteban. *Stereo and silhouette fusion for 3D object modelling from uncalibrated images under circular motion / Modélisation d'objets 3D par fusion silhouettes-stéréo à partir de séquences d'images en rotation non calibrées.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, may 2004.
- [106] G. Feideropoulou. *Codage conjoint source canal des sources vidéo.* PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, apr 2005.
- [107] T. Fillon. *Traitement Numérique du Signal Acoustique pour une Aide aux Malentendants.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, dec 2004.
- [108] K. Hallouli. *Reconnaissance de caractères par méthodes markoviennes et réseaux bayésiens.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications ENST 2004 E003, may 2004.
- [109] S. Ladjal. *Quantification et flou dans les images numériques.* PhD thesis, Ecole Doctorale des Sciences Pratiques (EDSP), mar 2005.
- [110] S. Larbi. *Structures d'égalisation en tatouage audionumérique.* PhD thesis, ENST 2005 E 005, jul 2005.
- [111] M. Sahmoudi. *Processus Alpha-Stables pour la Séparation et l'Estimation Robustes des Signaux non-Gaussiens et/ou non-Stationnaires.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, dec 2004.
- [112] E. Sanchez-Soto. *Reseaux Bayesiens Dynamiques pour le Verification du Locuteur.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, may 2005.
- [113] C. Tillier. *Scalabilité et robustesse dans le codage vidéo à base d'ondelettes.* PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, jun 2005.
- [114] C. Tison. *Interférométrie RSO à haute résolution en milieu urbain : application au calcul de MNS urbain.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, ENST04E029, nov 2004.
- [115] T. Tung. *Indexation 3D de bases de données d'objets par graphes de Reeb améliorés.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris, jun 2005.
- [116] S. Zinger. *Interpolation et ré-échantillonnage de données spatiales et application à la cartographie urbaine.* PhD thesis, École Nationale Supérieure des Télécommunications, ENST 2004 E 020, jul 2004.

Brevets ou licences de logiciels

- [117] R. Badeau, G. Richard, and B. David. Procédé de poursuite d'un sous-espace de dimension inférieure à celle des vecteurs de données, notamment audio. (05 50678), mar 2005.