

DEPARTEMENT COMMUNICATIONS, IMAGES ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION- CITI

Rapport d'activité de recherche 2006-2008

Les domaines de compétence du Département CITI sont au cœur des technologies de l'information et de la communication. Les recherches s'articulent autour de méthodes de traitement du signal et des images faisant largement appel aux formalismes mathématiques récents ou innovants. Les activités sont réparties dans deux domaines d'enseignement et de recherche : Communications sans fil, Images et Optimisation.

Responsable du département : Wojciech PIECZYNSKI

Téléphone : 33 (0) 1 60 76 44 34

Fax : 33 (0) 1 60 76 44 33

Mail générique du département : CITI@it-sudparis.eu

Web du département : <http://www.it-sudparis.eu/citi/>

Présentation générale du département

Le département Communications, Images et Traitement de l'Information (CITI) compte au 1^{er} janvier 2009 une assistante de gestion (AG) et 13 enseignants-chercheurs, dont 6 professeurs (P), 4 maîtres de conférences (MC), 1 chercheur associé (CA), et 2 chargés d'enseignement et de recherche (CER) :

Bonnet Julie (AG)
Castella Marc (MC)
Delmas Jean-Pierre (P)
Desbouvries François (P)
Douc Randal (P)
Lamberti Roger (MC)
Leclère Luc (CER)
Lehmann Frédéric (MC)
Letrou Christine (P)
Meurisse Yann (CA)
Monfrini Emmanuel (MC)
Pieczynski Wojciech (P)
Regalia Phillip (P, temps partiel)
Uro Marc (CER)

Le département accueille également, en début de 2009, 8 doctorants et un post-doctorant. Ses activités poursuivent des objectifs s'inscrivant dans les deux missions principales de l'INSTITUT TELECOM (ex-GET), que sont l'enseignement et la recherche.

En matière d'enseignement, les membres de CITI assurent la coordination des Domaines « Mathématiques » et « Signal », couvrant les modules de mathématiques, probabilités, statistiques, analyse numérique, communications numériques, traitement du signal, traitement d'images, électromagnétisme, antennes, propagation, Les enseignants-chercheurs de

CITI ont également coordonné deux voies d'approfondissement de troisième année : « Traitement et applications de l'image » et « Traitement du Signal et de l'information ».

En matière de recherche, CITI poursuit classiquement un triple objectif :

(i) irriguer les enseignements et perfectionner leur niveau, notamment ceux des voies d'approfondissement ;

(ii) contribuer à l'accroissement général des connaissances et assurer la formation par la recherche ; et

(iii) assurer des activités de veille et de transfert technologiques vers l'industrie. En matière de valorisation des résultats obtenus l'accent est mis sur les publications en revues internationales.

Au plan des rattachements institutionnels, CITI fait partie des Laboratoires de l'Ecole Doctorale « Sciences Mathématiques de Paris Centre » (SMPC) et est lié au CNRS par le biais de l'Unité Mixte de Recherche « SAMOVAR » (UMR 5157).

CITI entretient différentes collaborations institutionnelles (Universités Paris VI, Université Catholique de Washington, Telecom ParisTech (ex-Telecom Paris), Telecom Bretagne (ex-ENST de Bretagne), ...), industrielles (Thales, EADS). En particulier, une convention pluriannuelle de coopération avec Thales Air Systems dans le domaine des modélisations et des traitements des signaux radar a été signée en mars 2007.

CITI a également participé au contrat européen « Newcom », il est par ailleurs impliqué dans le Pôle de Compétitivité « Systematic ».

Projet Structurant

Les activités de recherche de CITI s'effectuent au sein du projet structurant éponyme s'inscrivant dans le Programme GET « Réseaux de communications mobiles ».

Elles s'exercent au sein de deux groupes:

- le groupe *Communications sans fil*, composé de 7 permanents et 6 doctorants;
- et le groupe *Images et optimisation*, constitué de 5 permanents et 2 doctorants.

Les thèmes de recherche du groupe «Communications sans fil»

- Egalisation et identification aveugle de canal ;
- Déconvolution aux ordres supérieurs, séparation des sources ;
- Etude statistique d'algorithmes en traitement d'antenne RADAR et en communications numériques ;
- Turbo-égalisation, décodage itératif ;
- Filtrage particulière ;
- Modèles de Markov Couple et Triplet à états continus ;
- Réception Ultra Large Bande Impulsionnelle ;
- Méthodes de modélisation électromagnétique et de modélisation de la propagation d'ondes ;
- Caractérisation de canaux de propagation par lancer de faisceaux gaussiens ;
- Antennes à lentille ou à réflecteurs.

De manière générale, les efforts de recherche du groupe concernent les problèmes de transmission de données. L'objectif général est de transmettre des quantités massives d'informations à hauts débits et de façon fiable, tout en permettant à de multiples utilisateurs d'accéder simultanément au médium de communication, ce dernier pouvant être une liaison satellite, une boucle radio, un câble dédié, ou encore une fibre optique. De tels problèmes impliquent une synergie entre, d'une part, des outils amont faisant appel à la théorie de l'information, la théorie des systèmes, et la théorie de l'estimation et, d'autre part, des préoccupations plus concrètes ayant trait à l'analyse de complexité, aux équivalences algorithmiques et à la physique pour l'ingénierie.

Le groupe "Communication sans Fil" a fait partie du réseau d'excellence NEWCOM (Network of Excellence in COMMunications), réseau constitué dans le cadre du 6ème Programme Cadre en Recherche et Développement (PCRD) de la Commission Européenne. NEWCOM a regroupé les meilleurs laboratoires académiques et industriels européens dans le domaine des communications sans fil. L'objectif du projet a été de renforcer la collaboration entre les laboratoires européens en vue des objectifs fixés par la Communauté en matière de communications numériques à l'aube du XXIème siècle, favorisant la mobilité et l'accessibilité aux réseaux de communication pour tous les citoyens. En complément de sa mission de recherche fondamentale et appliquée, le projet a également eu pour ambition de contribuer à la formation d'ingénieurs capables de répondre rapidement aux divers défis techniques posés par les besoins d'une société actuelle, très évolutive.

Plus précisément, les différentes activités du groupe pendant la période 2006-2008 ont été les suivantes.

Depuis décembre 2006, le groupe est impliqué dans le projet ANR intitulé DEMAIN (raDio Evolutive, Mobile, Adaptative et Intelligente), dont l'objectif est de proposer et d'étudier des algorithmes de traitement du signal pour la réalisation de terminaux multi-standards capables de choisir eux-mêmes le meilleur service et compatibles avec une utilisation opportuniste du spectre. En particulier, Lahouari Fathi a rejoint le groupe en 2007 en tant que post-doc dans le cadre de ce projet.

Le thème de recherche en performances statistiques d'algorithmes s'est poursuivi en estimation de sous espaces, traitement d'antenne non circulaire et filtrage large bande à travers les différentes études suivantes :

- Une étude comparative de différents algorithmes d'analyse en composante principale et mineure et d'algorithmes d'estimation de sous espaces sous la forme d'un chapitre d'une monographie à paraître chez Wiley Interscience en Mars 2009 ;
- une étude théorique sur la non circularité du second ordre de signaux multidimensionnels ;
- des études théoriques sur les estimateurs des sous espaces issus de matrice de covariance ;
 - des propositions de nouveaux algorithmes d'estimation de directions d'arrivées en présence de signaux non circulaires ainsi qu'une analyse de leur performance en terme de résolution de sources proches ;
- des algorithmes de beamforming widely linear en présence de signaux non circulaires (coopération Thales communications) ;
- des études de robustesse d'algorithmes de filtrage spatial de signaux radar en présence de rotation d'antenne bande étroite ou de signaux large bande ;
- des extensions du célèbre Théorème de Szego sur le comportement des valeurs propres généralisées de matrices structurées multiniveau block Toeplitz avec une application en filtrage spatio temporel.

L'étude de la restauration bayésienne non supervisée dans les modèles de chaînes de Markov triplets à états continus, avec en particulier la mise au point d'algorithmes de filtrage et de lissage de type Kalman ainsi que d'algorithmes de Monte Carlo séquentiels, a été poursuivie au cours de la période 2006-2008. En particulier, la thèse de Boujemaa Ait El Fquih sur le sujet a été soutenue en septembre 2007.

La thématique générale centrée sur le problème de la séparation aveugle de sources a été poursuivie au cours de la période 2006-2008. Le but est de reconstruire des signaux originaux à partir de la seule observation d'un mélange de ces derniers et sans aucune connaissance sur le mélange en dehors de sa structure. Souvent une hypothèse forte est faite sur les signaux sources - leur indépendance statistique - pour compenser le manque d'information du cadre aveugle. Les travaux ont concerné d'une part les modèles dits convolutifs, où des versions retardées des signaux sources interviennent dans le

mélange. Les approches basées sur l'idée de "signal de référence" ont été étudiées dans la continuité de précédentes recherches. L'intérêt de ces études réside en la dépendance quadratique de certains critères de séparation dont l'optimisation est alors facilitée. D'autre part, les mélanges instantanés non linéaires ont été abordés au travers de techniques algébriques. Elles ont permis d'une part de s'intéresser à l'inversion de tels mélanges et d'autre part de proposer un modèle linéaire équivalent sous l'hypothèse supplémentaire d'un alphabet fini. Le lien a alors été fait avec le cas de séparation d'un mélange linéaire de sources non indépendantes. A l'avenir, il semble pertinent de poursuivre les deux axes ci-dessus. Des travaux sont en cours de lancement afin d'associer les techniques de traitement des chaînes de Markov au problème de séparation de sources.

Les systèmes de transmission d'information, soumis à de fortes contraintes en terme de rapport signal sur bruit ou à des bruits de dynamique élevés, nécessitent des algorithmes d'estimation et de détection performants. Le filtrage non-linéaire, connu pour son efficacité dans de tels contextes, devient une option intéressante malgré sa complexité élevée. Des résultats prometteurs ont été obtenus pour l'estimation aveugle et la détection des codes spatio-temporels dans les canaux MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), l'estimation des multi-trajets en GPS (Global Positioning System), ainsi que la turbo-détection aveugle en présence de bruit de phase important dans les communications par satellite. Ces travaux se poursuivent actuellement par une thèse traitant de la détection et de la poursuite de cibles en radar passif, en collaboration avec Thales Air Systems.

L'étude d'un récepteur Ultra Large Bande Impulsionnel, en collaboration avec le département EPH de Telecom & Management SudParis, a été poursuivie au cours de la période 2006-2008. Une première partie de l'étude menée a eu trait à l'optimisation de paramètres techniques du récepteur en fonction des performances attendues en terme de taux d'erreur ; une deuxième partie de l'étude a donné lieu à une proposition d'architecture de synchronisation pour le système proposé avec analyse des performances.

L'activité de recherche en propagation s'est développée principalement autour des deux méthodes de simulation électromagnétique rapides que sont le Lancer de Faisceaux Gaussiens (LFG) et l'Optique Physique multiniveaux (MultiLevel Physical Optics: MLPO). Depuis 2007, nous travaillons à compléter la formulation de LFG à partir de frames de Gabor, développée à CITI, avec une décomposition adaptative des faisceaux gaussiens permettant de traiter de façon plus précise le problème de la diffraction et les effets d'ombre dans la modélisation de canaux de propagation. Cette « re-décomposition » permet aussi de surmonter le problème de l'élargissement des faisceaux lorsqu'ils se propagent sur de longues distances. Cette formulation répond aux besoins de simulations physiques rapides en environnement complexe multi-trajets, en particulier à des besoins spécifiques de simulation de la propagation Radar (thèse d'I. Ghannoum, en collaboration avec Thalès).

La collaboration avec l'Université de Tel-Aviv autour de l'algorithme d'Optique Physique rapide MLPO (décomposition hiérarchique, multi-niveaux) a été poursuivie avec de nouveaux développements en termes de prise en compte de la diffraction, de parallélisation et de simulations dans le domaine temporel. Un projet bi-national France-Israël a été accepté fin 2008 dans le cadre de l'appel à projets « Multicomputing », qui vise à développer des processus de parallélisation semi-automatique de programmes de calcul scientifique, avec une application particulière aux programmes qui appliquent la méthode MLPO à la simulation de très grandes antennes à réflecteurs. Ce projet réunit des partenaires de l'Université de Tel-Aviv, de Ben Gurion University of the Negev et de T&MSP (Départements CITI et INF).

Nos travaux de simulation de lentilles se traduisent par la participation à un Réseau Formation Recherche Pays d'Europe Centrale et Orientale (RFR PECO) financé de 2007 à 2009, intitulé « Méthodes numériques avancées pour la conception d'antennes lentilles

diélectriques » (« Advanced numerical modeling and design of dielectric lens antennas »), en collaboration avec l'Institute of Radio-Physics and Electronics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IRE NASU), l'Université de Zagreb (Croatie) et l'Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes (IETR, UMR CNRS 6164).

Le développement des algorithmes itératifs (« turbo ») s'est poursuivi en collaboration avec J. Walsh (Drexel University, Philadelphie), insistant sur l'interprétation de l'algorithme en tant que procédure à maximum de vraisemblance avec contraintes. La caractérisation des points stationnaires ainsi développée s'avère la duale mathématique au problème de minimisation d'une approximation dite de Bethe de l'énergie libre en physique statistique. En parallèle, le projet Newcom s'est achevé avec des tâches de rédaction du rapport final importantes à assumer devant la Commission Européenne.

A travers les diverses recherches menées dans ce groupe, y compris celles mettant en jeu des collaborations industrielles, il se dégage un intérêt pour des sujets clairement identifiés, les modélisations statistiques et numériques pouvant donner lieu à des développements très généraux indépendants de l'application.

Les thèmes de recherche du groupe «Images et Optimisation»

- Maximum de vraisemblance dans les chaînes de Markov cachées ;
- analyse des algorithmes de filtrage et lissage particuliers ;
- algorithmes de Monte Carlo séquentiels ;
- modèles de Markov, ou partiellement de Markov, couples et triplets à états discrets ;
- segmentation statistique non supervisée d'images ;
- estimation dans le cas des données incomplètes.

Une classe de modèles volontiers utilisée dans des domaines aussi divers que le traitement du signal, la statistique liée aux génomes ou les mathématiques financières est constituée par des modèles à données latentes (ou non observées) tels que les chaînes de Markov cachées ou les modèles autorégressifs à régime markovien. Dans ce cadre, des propriétés de consistance et de normalité asymptotique de l'estimateur du maximum de vraisemblance ont pu être montrées dans le cas où l'espace des états cachés n'est pas nécessairement fini; très récemment, des résultats d'oubli de la distribution initiale pour le filtre ont pu aussi être obtenus, ouvrant de nouvelles perspectives pour la stabilité des systèmes de particules en interactions.

Des outils généraux d'analyse des algorithmes de filtrage ou de lissage particuliers ont pu être développés dont le principe consiste à faire évoluer une population de particules à travers des étapes très simples de sélection-mutation pour approcher une famille de distributions d'intérêt.

De tels outils ont permis de proposer et d'analyser divers algorithmes de Monte Carlo séquentiels sortant du cadre des chaînes de Markov cachées pour s'attaquer à des problèmes d'estimation d'intégrales, ce qui fournit des alternatives extrêmement attractives aux méthodes MCMC parce que faciles à implémenter et à analyser.

Les études des modélisations probabilistes et des traitements statistiques d'images ont été poursuivies au cours de la période 2006-2008. L'exploration des modèles de Markov Couples et Triplets a permis de valider au plan expérimental, ainsi que valoriser par le biais des publications et des contrats, différents apports des nouvelles variantes de ces modèles. En particulier, les chaînes semi-markoviennes cachées par du bruit à mémoire longue, qui sont une extension non triviale des modèles classiques, sont des triplets partiellement de Markov particuliers et peuvent être utilisées à des fins de segmentation non supervisée des signaux.

Au plan théorique, un résultat de convergence de la méthode d'estimation dans le cas des données incomplètes dite « estimation conditionnelle itérative », utilisée à des fins de

segmentation non supervisée des modèles de Markov triplets, a été établi dans le cas des données indépendantes.

Au plan applicatif, les méthodes non supervisées de traitement utilisant ces différentes nouveautés ont été appliquées aux images radar (collaboration Thales Air Systems) et sonar (collaboration avec TELECOM Bretagne). Par ailleurs, l'extension de ces différents modèles aux arbres de Markov, avec pour application traitements des images radar multi-résolution, a été poursuivie au cours de la période 2006-2008.

Au plan conceptuel, une famille de nouveaux modèles cachés linéaires à sauts Markoviens, qui sont des modèles de Markov triplets particuliers, a été proposée. L'intérêt des nouveaux modèles est de permettre la mise en place de filtrage et de lissage analytiques, sachant que dans les modèles classiques les calculs analytiques sont impossibles et on doit faire appel à diverses techniques d'approximations, comme le filtrage particulière.

Bien que le point de départ des recherches menées au sein du groupe soit essentiellement lié aux modélisations utilisées en traitements d'images et du signal au sens large, les modèles et les méthodes proposés sont généraux et peuvent être utilisés dans de nombreux autres domaines où se présentent des problèmes de restauration ou de prédiction, comme l'économie, la finance, la biologie, la santé, la physique,...

Valorisation Contractuelle et Collaborations Industrielles

- Participation au projet Urbanisme des Radiocommunications (URC) du Pôle de Compétitivité System@tic;
- participation au projet GET sur crédits incitatifs « MOdélisation du canal et de la couche physique pour des réseaux de capTEURS » (MOTEURS) et « Calcul Haute Performance: application à la simulation intensive en électromagnétisme » (CHAP).
- contrats THALES « Traitement d'antenne RADAR en rotation » et « Traitement d'images RADAR » ;
- participation au projet ANR « DEMAIN » (raDio Evolutive, Mobile, Adaptative et Intelligente) ;
- participation au projet GET sur crédits incitatifs « Décodage des symbologies 2D dans les services m-ticketing » (DECO2D) ;
- signature d'une convention avec Thales permettant le démarrage de deux thèses (cofinancement CNRS et Thales) ;
- collaboration avec Thales Communications (Colombes) dans le cadre d'une bourse CIFRE.

Collaborations extérieures

Collaborations nationales

Sur le plan académique, elles impliquent :

- les Ecoles de l'INSTITUT TELECOM ;
- l'Universités Paris VI, l'EGIM de Marseille, Université de Marne-la-Vallée, Université de Toulon et du Var (ISITV) ;
- le CNRS : participation aux activités du GDR-PCR Information Signal-Image-viSion (ISIS) et du GDR Ondes du CNRS ;
- LAAS/CNRS, Toulouse.
- Laboratoire I3S, Université de Nice Sophia-Antipolis
- Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes (IETR, UMR CNRS 6164).

Collaborations internationales

Sur le plan académique, elles impliquent :

- L'Université Catholique d'Amérique à Washington ;
- L'Institut Supérieur Mario Boella, Turin, Italie ;
- L'Université de Tel-Aviv, Israël ;
- Ben Gurion University of the Neguev ;
- Institute of Radio-Physics and Electronics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IRE NASU) ;
- Université de Zagreb (Croatie) ;
- Instituto Militar en Engenharia, Rio de Janeiro, Brésil
- L'Université de Maryland, Baltimore County ; (Tulay Adali)

Formation doctorale

Six thèses de doctorat ont été soutenues au cours de la période 2006-08 :

- [T6] Jérôme Lapuyade-Lahorgue, Sur diverses extensions des chaînes de Markov cachées avec application au traitement des signaux radar, thèse de l'Institut National des Télécommunications et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 10 décembre 2008. Encadrants: Frédéric Barbaresco, Thales Air Systems, et Wojciech Pieczynski, CITI ;
- [T5] Marc Oudin, Etude d'algorithmes de traitement d'antenne sur signaux large bande et signaux bande étroite à antenne tournante, thèse de l'Institut National des Télécommunications et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 1er Février 2008. Thèse DGA dirigée par Jean Pierre Delmas, CITI ;
- [T4] Charbel Saber, Ultra Large Bande Radio par Impulsions. Contributions à la Définition du Récepteur TDSC. Relation à la filière technologique, thèse de l'Université de Paris-Sud 11 (Orsay), soutenue le 24 octobre 2008 à l'Université de Paris-Sud 11 (Orsay). Thèse encadrée par Roger Lamberti, CITI ;
- [T3] Boujema Ait-el-Fquih, Estimation bayésienne non supervisée dans les chaînes de Markov triplets continues. Thèse de L'université de Technologie de Troyes (UTT), soutenue le 10 septembre 2007. Thèse dirigée par François Desbouvries, CITI ;
- [T2] Pierre Lanchantin, Chaînes de Markov triplets et segmentation non supervisée des signaux, thèse de l'Institut National des Télécommunications, soutenue le 5 décembre 2006. Thèse dirigée par Fabien Salzenstein (Université de Strasbourg I) et Wojciech Pieczynski, CITI ;
- [T1] Habti Abeida, Imagerie d'antenne pour signaux non circulaires : bornes de performance et algorithmes, thèse de l'Université Paris VI, soutenue en novembre 2006. Thèse dirigée par Jean-Pierre Delmas, CITI.

La liste des doctorants et post-doctorants actuels est :

1. Noufel Abbassi, « Modèles markoviens à sauts et filtrage particulière », thèse dirigée par Wojciech Pieczynski, financée par Telecom SudParis ;
2. Noémie Bardel, « Etudes d'intégration longue par chaînes de Markov triplet. Application à la détection radar de cibles », thèse en collaboration avec Thales Air Systems, financée par la DGA, dirigée par François Desbouvries et co-encadrée par Frédéric Barbaresco ;
3. Mohamed Ben Mabrouk, « Modèles de Markov triplets », thèse dirigée par Wojciech Pieczynski, financée par Telecom SudParis ;
4. Ihssan Ghannoum, « Etudes d'outils de calcul de propagation Radar en milieu complexe (milieu urbain, présence de multi-trajets...) par des techniques de Lancer

- de Faisceaux Gaussiens », thèse CNRS-Industrie, dirigée par Christine Letrou, co-financée par Thales Air Systems ;
5. Khalil Jishy, « Traitement particulière du signal radar passif utilisant la réflexion des émissions hertziennes », thèse CNRS-Industrie, dirigée par Frédéric Lehmann et Gérard Salut (LAAS, CNRS, Toulouse), co-financée par Thales Air Systems ;
 6. Abdelkader Oukaci, "Traitement d'antenne en présence de signaux non circulaire", thèse financée par le pôle de compétitivité System@tic, dirigée par Jean-Pierre Delmas ;
 7. Sallem Soumaya, « Traitements de réception mono et multi-antennes de signaux rectilignes ou quasi-rectilignes pour les liaisons mono et multi-porteuses (OFDM) en présence de multi-trajets de propagation », thèse CIFRE en collaboration avec Thalès Communications ;
 8. Selwa Rafi, « Méthodes algébriques et markoviennes en séparation des sources », thèse dirigée par Marc Castella et Wojciech Pieczynski, financée par Telecom SudParis ;
 9. Lahouari Fathi, post-doctorant dans le cadre du projet ANR « Radio évolutive, mobile, adaptative et intelligente » (DEMAIN).

Perspectives

En 2009, le département continuera ses collaborations sur le plan national, notamment via le Pôle de Compétitivité « Systematic ». Par ailleurs, la convention avec Thales Air Systems donne un cadre formel à la collaboration dans le domaine de la modélisation et des traitements des signaux et des images radar, qui est appelée à se développer.

Dans le domaine « communications », nous allons nous intéresser au beamforming non linéaire variant dans le temps dans le contexte de signaux non circulaires à travers une collaboration avec Thales Communications (thèse CIFRE).

Dans le domaine RADAR, nous allons nous intéresser à l'application de nouvelles approches d'estimation répartie dans le contexte du RADAR MIMO à travers une collaboration avec Thales Radar. D'un point de vue académique, des poursuites d'étude de performances statistiques d'estimateurs de sous espace en présence de signaux non gaussiens et/ou non circulaires.

Les modèles de Markov triplets seront développés dans plusieurs directions. Les premières relations avec la théorie de l'évidence seront étendues aux réseaux bayésiens, avec des applications en biologie étudiées dans le cadre de la collaboration avec le laboratoire « Statistique & Génome », Université d'Evry. Les nouvelles chaînes de Markov triplets permettant le filtrage et le lissage exacts en présence des sauts, seront étendues aux processus à mémoire longue, d'une part, et aux réseaux bayésiens, d'autre part. Une application de ces modèles à la séparation des sources dans le contexte markovien sera également explorée.

Dans le cadre du projet « Traitement du Signal pour les Finances Quantitatives », qui réunit des membres de CITI, de LTCI de Télécom Paris Tech, de l'Université Paris VI, et de la Banque BNP Paribas, on s'intéressera à l'estimation de paramètres dans des modèles de volatilité stochastique à partir de séries historiques, à la réplique de portefeuilles, et à l'utilisation de modèles localement stationnaires pour le traitement de données haute fréquence.

Une autre perspective proche concerne le projet ANR « Méthodes de Monte Carlo en Grandes Dimensions » (BigMC), qui réunira des équipes de Dauphine (CEREMADE), des Ponts et Chaussées (CERMICS) et de l'Institut Telecom, à travers le laboratoire LTCI de Télécom Paris Tech et CITI de Télécom SudParis.

Le couplage des algorithmes de simulation physique rapides développés à CITI avec des méthodes de type Monte-Carlo, des modèles statistiques d'erreurs (par exemple dans les antennes actives) et des procédures de parallélisation permettra de valider l'intérêt de ces algorithmes. La méthode de décomposition basée sur la théorie des frames et l'utilisation de faisceaux gaussiens pour représenter les champs propagés seront utilisés

pour l'insertion d'une « intelligence physique » dans des algorithmes de mesure d'antennes ou de diffraction, de simulation Radar, ainsi que dans des modèles de canaux de propagation

Publications

Au cours de la période 2006-2008 les enseignants-chercheurs du département ont fait paraître 2 chapitres de livre, 33 articles de revues, et 60 articles d'actes de congrès.

Contributions à un livre

- [L2] M. Castella, A. Chevreuil, et J.-C. Pesquet, Chapitre "Mélanges convolutifs", Séparation de sources, tome 1 : concepts de base et analyse en composantes indépendantes » sous la direction de P. Comon et C. Jutten, Hermès, Série IC2, 2007.
- [L1] J.P. Delmas, H. Abeida, "Chapter 9: DOA estimation for noncircular signals: performance bounds and algorithms," Advances in Direction of Arrival Estimation, Artech House publisher, January 2006.

Revues internationales

- [R33] O. Cappé, R. Douc, A. Guillin, J.-M. Marin, and C. Robert, Adaptive importance sampling in general mixture classes, *Statistics and computing*, Vol. 18, No. 4, pp. 447-459, December 2008.
- [R32] P. Regalia, Cryptographic secrecy of steganographic matrix embedding, *IEEE Trans. on Information Forensic and Security*, Vol. 3, No. 4, pp. 786-791, December 2008.
- [R31] R. Douc and E. Moulines, Limit theorems for weighted samples with applications to Sequential Monte Carlo Methods, *Annals of Statistics*, Vol. 36, No. 5, pp. 2344-2376, 2008.
- [R30] B. Ait-el-Fquih and F. Desbouvries, "On Bayesian Fixed-Interval Smoothing Algorithms", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 53, Number 10, pp. 2437-42, November 2008
- [R29] H. Abeida and J.-P. Delmas, Statistical Performance of MUSIC-Like Algorithms in Resolving Noncircular Sources, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 56, No. 9, pp. 4317-4329, September 2008.
- [R28] I. Karoui, R. Fablet, J.-M. Boucher, W. Pieczynski and J.-M. Augustin, Fusion of textural statistics using a similarity measure: application to texture recognition and segmentation, *Pattern Analysis & Applications*, Vol. 11, No. 3-4, pp; 425-434, September 2008
- [R27] M. Castella, Inversion of Polynomial Systems and Separation of Nonlinear Mixtures of Finite-Alphabet Sources, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 56, No. 8, pp. 3905 - 3917, August 2008.
- [R26] J.P. Delmas, Closed-form expressions of the exact Cramer-Rao bound for parameter estimation of BPSK, MSK or QPSK waveforms, *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 15, pp. 405-408, 2008.
- [R25] P. Lanchantin, J. Lapuyade-Lahorgue, and W. Pieczynski, Unsupervised segmentation of triplet Markov chains with long-memory noise, *Signal Processing*, No. 88, Vol. 5, pp 1134-1151, May 2008.
- [R24] R. Douc, F. Roueff, and P. Soulier, On the existence of some ARCH(infinity) processes, *Stochastic Processes and Their Applications*, Vol. 118, No. 5, pp. 755-761, 2008.
- [R23] W. Pieczynski, Sur la convergence de l'estimation conditionnelle itérative, *Comptes Rendu de l'Académie des Sciences-Mathématique*, Vol. 346, No. 7-8, pp. 457-460, Avril 2008.
- [R22] M. Oudin, J.P. Delmas, Robustness of adaptive narrowband beamforming with respect to bandwidth, *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 56, No. 4, pp. 1532-1538, April 2008.
- [R21] F. Lehmann, Blind estimation and detection of space-time trellis coded transmissions over the Rayleigh fading MIMO channel, *IEEE Transactions on Communications*, vol.56, no. 3, pp. 334-338, March 2008.
- [R20] R.Douc, E. Moulines and J. Olsson Optimality of the auxiliary particle filter, *Probability and Mathematical Statistics*. Vol. 28, No. 2, 2008.
- [R19] J. Olsson, O. Cappe, R. Douc, and E. Moulines, Sequential Monte Carlo smoothing with application to parameter estimation in nonlinear state space models, *Bernoulli*, Vol. 14, No. 1, pp. 155-179, 2008.
- [R18] R. Douc, A. Guillin, and E. Moulines, Bounds on regeneration times and limit theorems for subgeometric Markov chains, *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, Vol. 44, No. 2, pp. 239-257, 2008.

- [R17] ABEIDA, H., DELMAS J.P., « Efficiency of subspace-based DOA estimators », Elsevier, Signal Processing, September 2007, vol. 87, n°9, p. 2075-2084
- [R16] BENBOUDJEMA, D., PIECZYNSKI, W., « Unsupervised statistical segmentation of non stationary images using triplet Markov fields», IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, August 2007, vol. 29, n°8, p. 1367-1378
- [R15] REGALIA, P., WALSH, J.M., «Optimality and Duality of the Turbo Decoder», IEEE Proceedings of the IEEE, June 2007, vol. 95, n°6
- [R14] PIECZYNSKI, W., «Multisensor triplet Markov chains and theory of evidence», International Journal of Approximate Reasoning, May 2007, vol. 45, n°1, p. 1-16
- [R13] DELMAS, J.P., MEURISSE, Y., « Performance analysis of optimal blind fusion of bits », IEEE Transactions on Signal Processing, April 2007, vol. 55, n°4, p. 1477-1485
- [R12] DELMAS, J.P., « Comments on Conjugate ESPRIT (C-SPRIT) », IEEE Transactions on Antenna and Propagations, February 2007, vol. 55, n°2, p. 511
- [R11] CASTELLA, M., RHIOUI, S., MOREAU, E., PESQUET, J.C., «Quadratic Higher Order Criteria for Iterative Blind Separation of a MIMO Convolutional Mixture of Sources», IEEE Transactions on Signal Processing, January 2007, Vol.55, n°1, p. 218-232.
- [R10] J. M. WALSH, P. A. REGALIA, and C. R. JOHNSON, Jr., Turbo decoding as iterative maximum likelihood sequence detection, IEEE Trans. Information Theory, vol. 52, no. 12, pp. 5426-5437, December 2006.
- [R9] J.P. DELMAS, Y. MEURISSE, Asymptotically minimum variance second-order estimation for complex circular processes, Signal Processing (Elsevier), vol. 86, no. 9, pp. 2289-2295, September 2006.
- [R8] M. CASTELLA, P. BIANCHI, A. CHEVREUIL and J.C. PESQUET, A blind source separation framework for detecting CPM sources mixed by a convolutional MIMO filter, Signal Processing (Elsevier), vol. 86, no. 8, pp. 1950-1967, August 2006.
- [R7] B. AIT EL FQUIH, F. DESBOUVRIES, Kalman filtering in triplet Markov chains, IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 54, no. 8, pp. 2957-63, August 2006.
- [R6] H. ABEIDA, J.P. DELMAS, MUSIC-like estimation of direction of arrival for noncircular sources, IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 54, no. 7, pp. 2678-2690, July 2006.
- [R5] F. DESBOUVRIES, J. LECOMTE, and W. PIECZYNSKI, Kalman filtering in pairwise Markov trees, Signal Processing (Elsevier), vol. 86, no. 5, pp. 1049-1054, 2006.
- [R4] W. PIECZYNSKI, D. BENBOUDJEMA, Multisensor triplet Markov fields and theory of 4evidence, Image and Vision Computing, vol. 24, no. 1, pp. 61-69, 2006.
- [R3] P. A. REGALIA, D.-Y. HUANG, Eigenstructure algorithms for multirate adaptive lossless FIR filters, IEEE Trans. Signal Processing, vol. 54, no. 4, pp. 1386-1398, April 2006.
- [R2] L. KOCAREZ, F. LEHMANN, G.M. MAGGIO, B. SCANAVINO, Z. TASEV and A. VARDY, Nonlinear dynamics of iterative decoding systems: analysis and applications, IEEE Transactions on Information Theory, vol.52, no.4, pp.1366-1384, April 2006.
- [R1] J.P. DELMAS, H. ABEIDA, Cramer-Rao bounds of DOA estimates for BPSK and QPSK modulated signals, IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 54, no. 1, pp. 117-126, January 2006.

Congrès internationaux

- [C60] F. Desbouvries and B. Ait-El-Fquih, « Direct, prediction-based and smoothing-based particle filter algorithms », Proceedings of the 4th world conference of the International Association for Statistical Computing (IASC 2008), Yokohama, Japan, December 5-8, 2008
- [C59] W. Pieczynski, Exact calculation of optimal filter in semi-Markov switching model, Fourth World Conference of the International Association for Statistical Computing (IASC 2008), December 5-8, Yokohama, Japan, 2008.
- [C58] J. Lapuyade-Lahorgue and W. Pieczynski, Unsupervised segmentation of non-stationary hidden Markov chains with copulas, Fourth World Conference of the International Association for Statistical Computing (IASC 2008), December 5-8, Yokohama, Japan, 2008.
- [C57] F. Desbouvries and B. Ait-El-Fquih, « Direct versus prediction-based particle filter algorithms », Proceedings of the IEEE International workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP'08), Cancún, Mexico, October 16-19, 2008
- [C56] W. Pieczynski, Pairwise and uniformly hidden Markov fields, Sixth International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering (ICCMSE 2008), September, 25-30, Hersonissos, Crete, Grece, 2008.
- [C55] N. Abbassi and W. Pieczynski, Exact filtering in semi-Markov jumping system, Sixth International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering (ICCMSE 2008), September, 25-30, Hersonissos, Crete, Grece, 2008.

- [C54] SHLIVINSKI, A., LETROU C., BOAG A., « Multilevel time domain physical optics for non linear scattering », XXIX General Assembly of the International Union of Radio Science (URSI), August 7-16 , Chicago, IL, USA, 2008.
- [C53] GHANNOUM I., LETROU C., « A Gaussian beam re-expansion scheme for fast physical simulations in large environments », XXIX General Assembly of the International Union of Radio Science (URSI), August 7-16, Chicago, IL, USA, 2008.
- [C52] SHLIVINSKI A., LETROU C., BOAG A., « Fast time domain physical optics for the analysis of non linear phenomena in large reflector antennas ». 2008 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Science Meeting, July 5-12, San Diego, USA, IEEE, 2008.
- [C51] F. Lehmann, ``Blind carrier phase estimation and data detection in turbo coded transmissions," *Proc. ISIT 08*, Toronto, Canada, July 2008.
- [C50] SABER, C., LAMBERTI, R., GIMENES, C., MULLER, M., HIRATA-FLORES, F., "Fast Synchronization for the TDSC-UWB Receiver in Multiuser Environments", Communication, IEEE Bucharest ROUMANIE, Workshop New Technologies, pp 57-60, June 4-6, 2008.
- [C49] M. Oudin, J.P. Delmas, C. Adnet and F. Barbaresco, "Beamspace post-Doppler STAP in ground-based rotating radar systems," IEEE Radar Conference, Rome, May 2008.
- [C48] M. Oudin, J.P. Delmas, "Asymptotic generalized eigenvalue distribution of block Toeplitz," International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2008), Las Vegas, April 2008.
- [C47] B. Ait-El-Fquih and F. Desbouvries, "A new particle filtering algorithm with structurally optimal importance function", Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'08), Las Vegas, NV, March 30 - April 4, 2008.
- [C46] J.P. Delmas, H. Abeida, "On the degree of second-order non-circularity of complex random variables," International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2008), Las Vegas, April 2008.
- [C45] A. Guimarães, B. Ait-El-Fquih and F. Desbouvries, "A Fixed-Lag Particle Smoothing algorithm for the Blind Turbo Equalization of Time-Varying Channels", Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'08), Las Vegas, NV, March 30 - April 4, 2008.
- [C44] SABER, C., LAMBERTI, R., GIMENES, C., « Synchronization Solution for the TDSC-UWB Detection Method». In CISSE 2007 (TeNe 07) Conference, December 3-12, 2007.
- [C43] SHLIVINSKI, A., LETROU, C., BOAG, A., «Fast Time Domain Physical Optics for non linear scattering». In European Conference on Antennas and Propagation, Edinburgh, UK, November 2007. CD, 2007 The Institution of Engineering and Technology & EurAAP AISBL, ISSN 0537-9989 Reference PEZ07985.
- [C42] CASTELLA, M., COMON, P., «Blind separation of instantaneous mixtures of dependent sources». In ICA 2007, London, UK, September 9-12, 2007. LNCS, vol. 4666, p. 9-16
- [C41] ABEIDA, H., DELMAS, J.P., « Bornes de Cramer Rao déterministe et stochastique de DOA [] de signaux rectilignes non corrélés ». In GRETSI, Troyes, September 11-14, 2007.
- [C40] BENBOUDJEMA, D., TUPIN, F., PIECZYNSKI, W., SIGELLE, M., NICOLAS, J.M., « Modélisation et segmentation non supervisée d'images RSO par champs de Markov triplets et lois de Fisher ». In GRETSI 2007, Troyes, september 11-14, 2007.
- [C39] CASTELLA, M., COMON, P., «Séparation aveugle de sources dépendantes». In GRETSI 2007, Troyes, September 11-14, 2007.
- [C38] LETROU, C., BOAG, A., «Analysis of very large dual-reflector antennas using multilevel Physical Optics (MLPO) algorithm». In International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA '07), Torino, Italy, September 2007. IEEE Xplore, Digital Object Identifier 10.1109/ICEAA.2007.4387292, p. 281-282.
- [C37] LETROU, C., «A Gaussian beam shooting scheme for fast multidimensional physical simulation of propagation channels in wireless communication systems». In International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA '07), Torino, Italy, September 2007. IEEE Xplore, Digital Object Identifier 10.1109/ICEAA.2007.4387231, p. 33-36.
- [C36] SABER, C., LAMBERTI, R., MULLER, M., NI, Y., HIRATA-FLORES, F.I., « Optimal Correlator Size for The TDSC-UWB Detection Method». In Mobility 2007 Conference, Singapore, September 10-12, 2007.
- [C35] LEHMANN, F., « Deterministic particle filtering for GPS navigation in the presence of multipath». In European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, September 3-7, 2007.
- [C34] OUDIN, M., DELMAS J.P., « Asymptotic generalized eigenvalue distribution of block Toeplitz matrices and application to space time beamforming». In European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, September 3-7, 2007.

- [C33] OUDIN, M., DELMAS J.P., « An adaptive beamforming based definition of the narrowband assumption». In European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), Poznan, Poland, September 3-7, 2007.
- [C32] PIECZYNSKI, W., «Convergence of the iterative conditional estimation and application to mixture proportion identification». In IEEE Statistical Signal Processing Workshop, SSP 2007, Madison, Wisconsin, USA, August 26-29, 2007.
- [C31] BENBOUDJEMA, D., TUPIN, F., PIECZYNSKI, W., SIGELLE, M., NICOLAS, J.M., « Unsupervised segmentation of SAR images using Triplet Markov fields and Fisher noise distributions». In IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 07), Barcelona, Spain, July 23-27, 2007.
- [C30] BEN MABROUK, M., PIECZYNSKI, W., «Unsupervised segmentation of random discrete data using triplet Markov chains». In International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis, (ASMDA 2007), Crete, Greece, May 2007.
- [C29] LAPUYADE-LAHORGUE, J., PIECZYNSKI, W., « Partially Markov models and unsupervised segmentation of semi-Markov chains hidden with long dependence noise». In International Symposium on Applied Stochastic Models and Data Analysis, (ASMDA 2007), Crete, Greece, May 2007.
- [C28] ABEIDA, H., DELMAS J.P., «Resolution threshold for closely spaced noncircular emitters». In International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2007), Honolulu, Hawaii, April 15-20, 2007.
- [C27] CASTELLA, M., «Exact Inversion of MIMO Nonlinear Polynomial Mixtures». In ICASSP 2007, Honolulu, Hawaii, USA, April 15-20, 2007. vol. 3, p. 1429-1432
- [C26] MULLER, M., NI, Y., LAMBERTI, R., HIRATA-FLORES, F., SABER, C., "Fully CMOS Low Power Low Complexity detection method for TR-UWB" FTFC 2007; Paris, France.
- [C25] C. LETROU, A. BOAG, Accuracy of a hybrid Fast Physical Optics scheme for the analysis of dual reflector antennas, EuCAP (European Conference on Antennas and Propagation) 2006, Nice, November 2006.
- [C24] P.A. REGALIA, Information Hiding, Baltimore Chapter of the IEEE Signal Processing Society, Baltimore, Maryland, September 2006.
- [C23] B. AIT-EL-FQUIH, F. DESBOUVRIES, Exact and approximate Bayesian smoothing algorithms in partially observed Markov chains, Proceedings of the IEEE Nonlinear Statistical Signal Processing Workshop (NSSPW'06), Cambridge, UK, September 2006.
- [C22] M. OUDIN, J.P. DELMAS, C. ADNET, C. GERMOND and F. BARBARESCO, Spatio-temporal processing with ground-based rotating radar systems, European Radar Conference (EuRAD), Manchester UK, September 2006.
- [C21] J.P. DELMAS, Closed-form expressions of the true Cramer-Rao bound for parameter estimation of BPSK, MSK or QPSK waveforms, European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, September 2006.
- [C20] J.P. DELMAS, H. ABEIDA, Efficiency of subspace-based estimators, European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2006), Florence, September 2006.
- [C19] MULLER, M., NI, Y., LAMBERTI, R., SABER, C., "A New Signal Detection Method for TR-UWB - By Time Delayed Sampling & Correlation (TDSC) ", WINSYS, Area 1, Aug. 2006.
- [C18] F. DESBOUVRIES, Entropy computation in partially observed Markov chains, Proceedings of the 26th International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering (MaxEnt'06), Paris, France, July 2006.
- [C17] C. LETROU, A. BOAG, Fast evaluation of radiation patterns for dual reflector antennas, Proceedings IEEE AP-S/URSI International Symposium, Albuquerque NM, USA, July 2006.
- [C16] B. AIT-EL-FQUIH, F. DESBOUVRIES, Bayesian smoothing algorithms in partially observed Markov chains, Proceedings of the 26th International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering (MaxEnt'06), Paris, France, July 2006.
- [C15] G. MERCIER, S. DERRODE, W. PIECZYNSKI, J.-M. NICOLAS, A. JOANNIC-CHARDIN, and J. ANGLADA, Copula-based stochastic kernels for abrupt change detection, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 06), Denver, Colorado, July 2006.
- [C14] J. LAPUYADE-LAHORGUE, W. PIECZYNSKI, Unsupervised segmentation of hidden semi-Markov non stationary chains, Twenty six International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering, MaxEnt 2006, Paris, France, July 2006.
- [C13] M. OUDIN, J.P. DELMAS, C. ADNET, C. GERMOND and F. BARBARESCO, Preprocessing for Adaptive Spatial Filtering in Ground-Based Rotating Radar Systems, workshop on Sensor Array and Multichannel (SAM), Waltham, Massachusetts, USA, July 2006.
- [C12] J.P. DELMAS, P. COMON, Y. MEURISSE, Identifiability of BPSK, MSK and QPSK FIR SISO channels from modified second-order statistics, workshop on Signal Processing for Wireless Communications (SPAWC), Nice, July 2006.

- [C11] J. M. WALSH, P.A. REGALIA, Iterative constrained maximum likelihood estimation via expectation propagation, Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, Toulouse, France, May 2006.
- [C10] B. AIT-EL-FQUIH, F. DESBOUVRIES, Unsupervised Signal Restoration in Partially Observed Markov Chains, Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 06), Toulouse, France, May 2006.
- [C9] A. BOAG, V. TIMCHENKO, A. NEUFELD and C. LETROU, F. Mag - Fast Computation of Static Magnetic Field Perturbation due to Inhomogeneous Media, ISMRM (International Society for Magnetic Resonance in Medicine) 14th Scientific Meeting, Seattle, Washington, USA, May 2006.
- [C8] D. BENBOUDJEMA, W. PIECZYNSKI, Unsupervised segmentation of non stationary images with non Gaussian correlated noise using triplet Markov fields and the Pearson system, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2006), Toulouse, France, May 2006.
- [C7] S. DERRODE, L. BENYOUSSEF, and W. PIECZYNSKI, Contextual estimation of hidden Markov chains with application to image segmentation, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2006), 2006, Toulouse, May 2006.
- [C6] J.P. DELMAS, H. ABEIDA, Statistical resolution limits of DOA for discrete sources, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2006), Toulouse, May 2006.
- [C5] M. OUDIN, J.P. DELMAS, C. ADNET, C. GERMOND and F. BARBARESCO, Alternative constraint strategies to the ESMI algorithm in Radar systems, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2006), Toulouse, May 2006.
- [C4] E. Rachid and C. Letrou, "Spectral Ray Tracking: An Alternative Method for Guided Propagation Modeling," /6th IEEE Conference EIT2006/, Michigan State University, USA May 2006.
- [C3] A KAZEM, G. SALUT, and F. LEHMANN, Maximum likelihood deterministic particle filter for state estimation and fault detection in stochastic hybrid system, Proceedings. ICTTA 06, Damascus, Syria, April 2006
- [C2] J.M. WALSH, P.A. REGALIA, Connecting belief propagation with maximum likelihood estimation, Int. Symp. Turbo Codes and Related Topics, Munich, Germany, April 2006.
- [C1] S. RHIOUI, M. CASTELLA and E. MOREAU, Quadratic MIMO contrast functions for blind sources separation in a convolutive context, Proceedings of Sixth Int. Conf. ICA 2006, Charleston SC, USA, March 2006.