

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

<http://citi.telecom-sudparis.eu/>

Institut Telecom

Telecom SudParis

9, rue Charles Fourier
91 000 Evry

http://www.telecom-sudparis.eu/fr_accueil.html

Rapport d'activité de recherche 2012-2014

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

<http://citi.telecom-sudparis.eu/>

Rapport d'activité de recherche 2012-2014

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 modélisations et traitements du signal et des images. Le positionnement des activités de recherche se situe entre les recherches universitaires et les activités de recherche-développement de type industriel. Certaines études sont ainsi applicatives et d'autres sont de type amont, sans être guidées par des applications immédiates. Les modélisations probabilistes et les méthodes statistiques de traitements font partie des outils privilégiés faisant largement appel aux formalismes mathématiques récents ou innovants. Les activités sont réparties dans deux groupes : 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

Présentation générale du département

Le département Communications, Images et Traitement de l'Information (CITI) compte au 1^{er} janvier 2015 une assistante de gestion (AG) et 12 enseignants-chercheurs, dont 4 professeurs (P), 1 directeur d'études (DR), 4 maîtres de conférences (MC) dont 1 HDR, 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, HDR)
Letrou Christine (P)
Monfrini Emmanuel (MC)
Pieczynski Wojciech (P)
Simon François (DR)
Uro Marc (CER)

Le département accueille également, au 30/09/2014, 11 doctorants et 2 post-doc. Ses activités poursuivent des objectifs s'inscrivant dans les deux missions principales de l'INSTITUT TELECOM, 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, statistique, analyse numérique, communications numériques, traitement du signal, électromagnétisme, antennes, propagation, Les enseignants-chercheurs de CITI interviennent également dans la voie d'approfondissement de troisième année « Méthodes Statistiques et Applications » (voir http://www.telecom-sudparis.eu/archive/TINT/1094/VAP_MSA-F-2010_2011.pdf), dont une partie des enseignements est directement issue des leurs activités de recherche.

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 est lié au CNRS par le biais de l'Unité Mixte de Recherche « SAMOVAR » (UMR 5157), qui fait partie des Laboratoires de l'Ecole Doctorale « Sciences Mathématiques de Paris Centre » (SMPC). Huit enseignants-chercheurs du département CITI appartiennent à l'équipe TIPIC de cette UMR, dont les résultats ont été évalués A+ par l'AERES en Mai 2010. La direction de Samovar pendant le quadriennal 2011-2014 a été assurée par Jean Pierre Delmas, professeur dans le département CITI.

CITI entretient différentes collaborations institutionnelles nationales et internationales (Universités Paris VI, Université Catholique de Washington, Telecom ParisTech, Telecom Bretagne, l'Université de Lund en Suède, l'Ecole Militaire Polytechnique d'Alger, ENSA Tanger, Université de Tel Aviv Israël...), industrielles (Thales, CELLUM)...

CITI a également été impliqué dans un contrat ANR « PECUMIA ».

Recherches

Les activités de recherche de CITI s'effectuent au sein de deux groupes:

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

Les thèmes de recherche du groupe «Communications sans fil»

- Déconvolution aux ordres supérieurs, séparation des sources ;
- Gains en performances d'algorithmes apportés par la prise en compte de la noncircularité de signaux de communications numériques ;
- Optimisation de positions de capteurs en goniométrie champ lointain et champ proche;
- Turbo-égalisation, décodage itératif ;
- Filtrage particulaire ;
- 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.

Plus précisément, les différentes activités du groupe, développées pendant la période 2009-2011 autour des principaux acteurs cités, ont été les suivantes.

Jean-Pierre Delmas :

Le thème de recherche en performances statistiques d'algorithmes de traitements multicapteurs s'est poursuivi. Il a donné lieu à plusieurs contributions, en particulier à :

- Un état de l'art sur les bornes de performance et les performances statistiques d'algorithmes d'estimation de positions de sources (champ lointain et champ proche) dans un cadre de signaux gaussiens ou non gaussiens, circulaires ou non circulaires sous la forme d'un chapitre de livre [L1].
- Une étude sur les gains en performances d'algorithmes apportés par la prise en compte de la noncircularité de signaux de communications numériques [R32] où il a été démontré que seuls les signaux rectilignes ou quasi-rectilignes permettent des gains significatifs.
- Des études sur l'optimisation de positions de capteurs en goniométrie champ lointain (capteurs dans un plan) [R12] et champ proche (capteurs sur une droite) [R33] ont démontré que des gains en précision de localisation importants peuvent être obtenus avec de faibles connaissances a priori.

François Desbouvries :

Les travaux s'inscrivent dans le cadre général de la restauration bayésienne dans des modèles Markoviens (chaînes de Markov cachées ou extensions), avec en particulier la mise au point d'algorithmes de Monte Carlo séquentiels pour le filtrage mono- ou multi-objets. En particulier, [R23] contient une analyse locale mais non asymptotique du filtre particulière optimal et du filtre particulière auxiliaire complètement adapté, et propose un algorithme hybride des deux versions qui s'adapte automatiquement au fil des itérations temporelles. Les articles [R22] et [R33] sont consacrés au domaine récent du filtrage multi-cibles (extension du filtrage statistique au cas où le nombre de cibles est une variable aléatoire évoluant dans le temps) ; dans ce contexte, [R22] introduit une modélisation locale par chaîne de Markov couple et [R33] adapte une technique de Rao-Blackwellisation. Finalement [R28] revisite le problème du filtrage dans des modèles de Markov à sauts, en proposant un modèle probabiliste qui conserve les propriétés physiques d'intérêt du modèle à sauts originel, mais dans lequel on peut utiliser une technique récente exacte (c'est-à-dire ne nécessitant pas d'approximation de type Monte Carlo) de calcul de l'estimateur MMSE optimal.

Marc Castella :

La thématique générale centrée sur le problème de la séparation aveugle de sources a été poursuivie au cours de la période 2012-2014. 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 approches explorées au cours des années précédentes et basées sur l'idée de "signal de référence" ont été considérées sous un angle nouveau [R5]. En les liant au critère de kurtosis, elles sont apparues comme une méthode d'optimisation spécifique.

Des travaux ont été menés sur la séparation de sources qui ne sont pas statistiquement indépendantes [R14]. La validité et le comportement du critère de kurtosis dans certains cas particuliers de dépendance ont été étudiés. Pour des sources dont la loi est un mélange de lois et l'une des composantes présente la propriété d'indépendance statistique, il a été proposé une utilisation conjointe de l'analyse en composantes indépendantes avec la technique d'estimation itérative conditionnelle.

Frédéric Lehmann :

Les systèmes de transmission (de type communication ou radar), sont le plus souvent soumis à de fortes contraintes en termes de rapport signal sur bruit ou d'interférences, et nécessitent des algorithmes d'estimation et de détection performants. En modélisant ces dispositifs comme des systèmes dynamiques à état mixte discret/continu, les algorithmes d'inférence bayésienne distribués comme la propagation de croyance offrent un compromis performances/complexité avantageux. Dans le domaine des communications numériques, des résultats prometteurs ont été obtenus pour l'annulation souple d'interférence co-canal [R7], dans le contexte du codage de réseau [R21], ainsi que pour l'estimation conjointe du canal, l'égalisation et l'annulation d'interférence des canaux adjacents dans le contexte des communications optiques à multiplexage de longueur d'onde [R35].

Par ailleurs, dans le domaine de la détection radar, des algorithmes de filtrage statistique, permettant la détection à très faible rapport signal sur bruit sans seuillage des données brutes (track-before-detect), ont été étudiés [R7-R8]. Ces travaux ont été menés conjointement avec THALES Air Systems.

Roger Lamberti :

Travaux de recherche en traitement du signal UWB avec co-encadrement (CITI-EPH) de la thèse de J.Pardinas basée sur le développement d'un récepteur à détection pseudo cohérente à double impulsions Time Delayed Sampling and Correlation (TDSC). Le thème principal 2012-2013 étant la localisation 'indoor' avec pour objectif de déterminer la précision théorique du système. Une telle architecture à bas coût et rapide pouvant être utilisée dans les réseaux d'objets communicants [R17].

Actuellement 2014-15 orientation de la recherche vers le traitement du signal appliqué aux communications optiques. Les caractéristiques non linéaires de propagation et de couplage FWM dans les systèmes optiques WDM dégradent les performances des récepteurs, les études portent sur les performances d'algorithmes d'égalisation adaptative permettant de palier rapidement aux changements de configuration des multiplex.

Christine Letrou :

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 multi-niveaux (MultiLevel Physical Optics: MLPO). La formulation du LFG à partir de frames de Gabor, initiée à TSP, a fait l'objet de la thèse d'Igor Francisco Arias Lopez, soutenue en juin 2013, qui a généralisé la décomposition sur des frames de Gabor au cas de sources définies par leur champ lointain et rayonnant dans tout l'espace et non seulement dans un demi-espace à partir d'un plan (communications à ICEAA 2013 et 2014). A partir de juin 2013, la méthode de LFG a été confrontée à la méthode d'Equation Parabolique et à la Méthode des Moments pour la simulation de la propagation en environnement urbain, en particulier pour des applications de Radar terrestre, dans le cadre du projet ASTRID PECUMIA (Propagation Électromagnétique en Configuration Urbaine par des Méthodes Innovantes

Asymptotiques) financé par la DGA, mené en collaboration avec la PME NOVELTIS et avec Thales (Thales Air Systems). Les premiers résultats de cette étude ont permis de valider le principe des frames "images" pour la prise en compte de la présence du sol, et de rendre opérationnelle la méthode de redécomposition proposée dans la thèse d'I. Ghannoum (communications à ICEAA 2014 et RADAR 2014).

La collaboration avec l'Université de Tel-Aviv autour de l'algorithme d'Optique Physique rapide MLPO (décomposition hiérarchique multi-niveaux) [R3] s'est enrichie d'échanges avec Vladimir Khaikin, du Special Astrophysical Observatory - Russian Academy of Science (SAO-RAS), autour de la modélisation de l'antenne du système RATAN 600, dans sa configuration conçue pour des observations dans le domaine millimétrique. Il s'agit d'une des plus grandes antennes au plan mondial, ce qui constitue un défi pour la simulation électromagnétique. La formulation de l'algorithme MLPO a été modifiée de façon à pouvoir traiter le rayonnement en champ proche et les systèmes multi-rélecteurs. De premières simulations des courants sur le réflecteur principal ont permis de démontrer l'intérêt de cette approche pour la prise en compte des effets de diffraction en champ proche [R1].

A travers les diverses recherches menées dans le groupe Communications sans fil, 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 ;
- filtrage et lissage exacts dans les systèmes linéaires à sauts.

Randal Douc :

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 mais reste compact; très récemment, des résultats d'oubli de la distribution initiale pour le filtre ont pu aussi être obtenus, et le comportement asymptotique du maximum de vraisemblance en Chaînes de Markov cachées est maintenant établi sous des conditions très générales incluant le cas non compact pour des modèles bien ou mal spécifiés.

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.

La comparaison de divers algorithmes MCMC a pu être possible aussi à travers des techniques d'optimal scaling, ce qui a donné lieu à deux travaux publiés sur des algorithmes MCMC à choix multiples et des algorithmes MCMC à rejet différé. Mais aussi,

un nouveau outil de comparaison asymptotique pour des chaînes inhomogènes a pu être établi basé sur la « covariance ordering ».

Le projet ANR « Méthodes de Monte Carlo en Grandes Dimensions » (BigMC) 2009-2013, qui a réuni 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, a permis un certain nombre de collaborations notamment entre Telecom SudParis, Telecom Paristech et le CEREMADE, autour des méthodes particulières ainsi que les méthodes MCMC à travers des analyses d'algorithmes de type « optimal scaling ». De nombreux résultats ont été obtenus en particuliers dans les méthodes de Population Monte Carlo, les MCMC pour la grande dimension ainsi que dans les applications à la diffusion et à la dynamique moléculaire

Emmanuel Monfrini :

L'étude des modélisations probabilistes et des traitements statistiques d'images ont été poursuivies. En particulier, le travail tourne autour de l'apport des modèles Markov couple et des modèles de Markov triplet dans ce genre d'application. Ces études ont, en particulier, permis de mettre en évidence la robustesse des modélisations markoviennes couple et triplet, en particulier pour la segmentation non supervisée d'images texturées, partiellement altérées ou plus généralement à modèle de bruit complexe.

Une étude détaillée a été menée sur l'intérêt des modèles de chaînes de Markov triplet appliquées à la segmentation non supervisée d'images non stationnaires que ce soit au niveau du processus caché ou au niveau du bruit. Ces modélisations très prometteuses (cf [R9],[R10] et [R25]) sont destinées à être étendues aux arbres de Markov, modèles plus robustes en matière de segmentation d'images que les chaînes de Markov.

Dans le cadre du travail de thèse de Meriem Yahiaoui, ces modélisations sont appliquées avec succès à la biométrie. Dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Strasbourg, ces méthodes ont été appliquées à la segmentation 3D de colonne vertébrale.

Wojciech Pieczynski :

Les études des modélisations markoviennes triplets ont été poursuivies au cours de la période 2012-2014. En particulier, l'introduction d'un troisième processus bi-varié a permis de définir une chaîne semi-markovienne non stationnaire et de proposer un traitement bayésien non supervisé associé [R2]. L'utilisation de la théorie de l'évidence dans ce cadre a été poursuivie et une méthode générale de segmentation non supervisée des données multi-capteurs a été proposée [R9]. Les sauts aléatoires, jusqu'ici modélisés au niveau du processus caché, ont été étendus, avec succès, au niveau du bruit [R10]. L'utilisation des copules, qui a permis la prise en compte, dans les chaînes de Markov couples, des bruits corrélés non gaussiens au cours des études antérieures, a été partiellement automatisée dans le sens qu'un algorithme proposé permet un choix non supervisé des meilleures copules dans des ensembles admissibles des copules [R19]. Par ailleurs, un modèle particulier, potentiellement intéressant en génomique, a été proposé [R25]. Enfin, l'application des modèles triplets au filtrage, qui a permis dans les études antérieures de proposer des modèles à sauts dans lesquels filtrage exact rapide est possible, a continué [R20, R30].

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 météorologie, l'écologie, la physique,...

Valorisation Contractuelle et Collaborations Industrielles

- participation au projet GET sur crédits incitatifs « Décodage des symbologies 2D dans les services m-ticketing » (DECO2D) ;
- collaboration avec Thales Communications (Colombes) dans le cadre d'une bourse CIFRE ;
- co-encadrement d'une thèse financée par ONERA, centre de Châtillon.
- Projet ANR « ASTRID », PECUMIA ;
- Contrat industriel avec la Société CELLUM

Collaborations extérieures

Collaborations nationales

Sur le plan académique, les collaborations nationales de CITI impliquent :

- les Ecoles de l'INSTITUT TELECOM ;
- l'Universités Paris VI, l'EGIM de Marseille ;
- 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) ;
- ONERA, centre de Châtillon ;
- le CNAM Paris (laboratoire CEDRIC).

Collaborations internationales

Sur le plan académique, les collaborations internationales de CITI impliquent :

- L'Université de Tel-Aviv, Israël ;
- L'Université de Melbourne, Australie
- Ben Gurion University of the Neguev ;
- Instituto Militar en Engenharia, Rio de Janeiro, Brésil ;
- Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, Algérie;
- Ecole Militaire Polytechnique, Alger, Algérie ;
- Université de Lund, Suède ;
- Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed-Boudiaf, Algérie.

Formation doctorale

9 thèses de doctorat ont été soutenues au cours de la période 2012-14 : Florian Maire, Mohamed El Yazid Boudaren, Yohan Petetin, Igor Francisco Arias Lopez, Cyrille Dubarry, Soumaya Sallem, Jorje Arturo Pardinias Mir, Selwa Rafi, Noufel Abbassi.

[T9] Florian Maire, *Détection et classification de cibles multispectrales dans l'infrarouge*, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue à Paris 6 le 14 Février 2014. Encadrants : S. Lefebvre (Onera), Randal Douc (CITI, Telecom SudParis), et Eric Moulines (TSI, Telecom Paristech).

[T8] Mohamed El Yazid Boudaren, *Modèles graphiques évidentiels*, thèse en cotutelle entre l'Université USTHB, Alger, Algérie, et l'Université Paris VI, Paris, soutenue à l'Université USTHB le 12 janvier 2014. Co-encadrée par Amar Aissani (USTHB), Emmanuel Monfrini (CITI, Telecom SudParis), et Wojciech Pieczynski (CITI, Telecom SudParis).

- [T7] Yohan Petetin, Algorithmes de restauration bayésienne mono- et multi-objets dans des modèles markoviens, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 27 novembre 2013. Encadrant: François Desbouvries (CITI, Telecom SudParis).
- [T6] Igor Francisco Arias Lopez, Modélisation d'antennes et de systèmes focaux par décomposition sur une famille de faisceaux gaussiens, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 26 juin 2013. Encadrant: Christine Letrou (CITI, Telecom SudParis).
- [T5] Cyrille Dubarry, *Méthodes de lissage et estimation dans des modèles à variables latentes par des méthodes de Monte Carlo séquentielles*, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue à Paris 6 le 9 octobre 2012. Encadrants : Randal Douc (CITI, Telecom SudParis).
- [T4] Soumaya Sallem, *Traitements de réception mono et multi-antennes de signaux rectilignes ou quasi-rectilignes en présence de multitrajets de propagation*, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 17 décembre 2012. Encadrant: Jean Pierre Delmas (CITI, Telecom SudParis).
- [T3] Jorje Arturo Pardinias-Mir, *Contribution à l'étude de la détection des signaux UWB. Etude et implémentation d'un récepteur ad hoc multicateurs. Applications indoor de localisation*. Thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 11 décembre 2012. Encadrants: Claude Gimenes (EPH, Telecom SudParis), Muriel Muller (EPH, Telecom SudParis), et Roger Lamberti, (CITI, Telecom SudParis).
- [T2] Selwa Rafi, *Chaînes de Markov cachées et séparation non supervisée de sources*, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 11 juin 2012. Encadrants: Marc Castella (CITI, Telecom SudParis) et Wojciech Pieczynski (CITI, Telecom SudParis).
- [T1] Noufel Abbassi, *Chaînes de Markov triplets et filtrage optimal dans les systèmes à sauts*, thèse de Telecom SudParis et de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), soutenue le 26 avril 2012. Encadrant: Wojciech Pieczynski (CITI, Telecom SudParis)

Les 7 doctorants présents au département au 1 janvier 2015 sont :

ARLERY Fabien, SADOK Mustapha, SIM Tepmony, GORYNIN Ivan, YAHIAOUI Meriem, COURBOT Jean-Baptiste, ZENG Fei.

Perspectives

Différents thèmes abordés au cours des années 2012-2014 seront poursuivis et étendus à partir de 2015 :

- Un état de l'art sur les bornes de performance et les performances statistiques asymptotiques d'algorithmes génériques d'estimation de paramètres à valeurs complexes fera l'objet d'un article tutorial.
- Des études sur l'optimisation de positions de capteurs en goniométrie champ proche seront étendues dans un cadre de capteurs disposés dans un plan.
- Des études de gains en performances de plusieurs algorithmes apportés par la prise en compte de la cyclostationnarité et de la noncircularité conjointes de signaux de

communications numériques seront menées. Des applications seront étudiées en partenariat avec le CNAM et Thales Communications-Security.

- Des études théoriques seront menées sur la cyclostationnarité. En particulier sur la détection optimale d'une forme d'onde en présence d'un bruit gaussien cyclostationnaire à temps continu et sur l'extension du théorème de Whittle dans le cadre de processus gaussiens cyclostationnaires à temps continu.

- Des études de performances statistiques asymptotiques (au sens taille d'observations et nombre d'observations tendant vers l'infini sous contrainte d'un rapport constant) de différents algorithmes d'estimation paramétrique seront menées dans un cadre non gaussien et non circulaire.

L'algorithme MLPO fait l'objet d'une collaboration non seulement avec l'Université de Tel-Aviv mais aussi avec le Special Astrophysical Observatory (RAS) en Russie pour la simulation de la très grande antenne du radiotélescope RATAN600. A cette occasion, la méthode va être enrichie d'une formulation "champ proche" itérative. Le calcul de champs focaux en vue d'applications d'imagerie focale est également en cours d'étude. Une nouvelle formulation de "partition spectrale" devrait permettre de généraliser le Lancer de Faisceaux Gaussiens à partir de frames au cas d'antennes non directives, et de problèmes de diffraction. Une thèse en cours et des projets de collaboration avec Thalès devraient permettre de valider cette approche. La méthode pourrait alors être testée sur des problèmes de propagation en milieu urbain ou semi-urbain.

Les études des modèles de Markov triplets seront continuées dans plusieurs directions. Les récentes chaînes de Markov triplets permettant le filtrage et le lissage exacts en présence des sauts seront utilisées pour approcher divers systèmes non linéaires et non gaussiens, après avoir au préalable étendu ces derniers aux modèles couples. La volatilité stochastique en finances et la poursuite seront parmi les applications visées. Les premières relations avec la théorie de l'évidence seront étendues aux modèles plus généraux et intégrées, si possible, dans les modèles à sauts. L'intégration des copules dans les modèles à sauts sera étudiée dans le cadre de leur choix automatique, permettant des traitements non supervisés dans des cadres généraux. Les méthodes obtenues seront comparées aux méthodes fondées sur les MCMC, comme le filtrage particulaire. Enfin, le problème de l'estimation des paramètres, d'importance déterminante pour les applications pratiques, sera abordé.

Différents contacts seront pris avec les entreprises SAGEM, EDF, ou encore CEA, afin d'étudier les possibilités de mise en place des collaborations, notamment via les bourses CIFRE. Des représentants de ces entreprises seront également invités pour assurer des interventions dans la VAP « Modélisations Statistiques et Applications » en troisième année de Télécom SudParis.

Publications

Au cours de la période 2012-2014 les dix enseignants-chercheurs publiant du département CITI ont fait paraître 4 chapitres de livre, 1 livre, 35 articles de revues, et 39 articles d'actes de congrès.

Chapitres de Livre

[L1] J. P. Delmas, "Performance bounds and statistical analysis of DOA estimation," Academic Press Library in Signal Processing: Volume 3, Chapter 16, 1st Edition, Array and Statistical Signal Processing, Elsevier, 2013.

[L2] W. Pieczynski, "Exact calculation of optimal filter in hidden Markov switching long-memory chains", in Essays on Mathematics and Statistics: Volume 3, Athens Institute for Education and Research, Vladimir Akis, Editor, 2013.

[L3] S. Derrode and W. Pieczynski, "Modèles de mélange à copules : simulation, restauration et sélection", In *Avancées Récentes en Reconnaissance Statistique de Formes*, Editeurs : F. Ghorbel, S. Derrode et O. Alata, 2012.

[L4] M. Castella, E. Moreau and V. Zarzoso, Chapter "A Survey of Kurtosis Optimization Schemes for MISO Source Separation and Equalization" (pp.183-217) in "Advances in Heuristic Signal Processing and Applications" / Amitava Chatterjee, Hadi Nobahari and Patrick Siarry, eds. Springer, 2013. ISBN: 978-3-642-37879-9 (Print) 978-3-642-37880-5 (Online).

Livre

[L5] R. Douc, E. Moulines and D. Stoffer. "Nonlinear Time Series : Theory, Methods and Applications with R examples". Ed. Wiley, jan. 2014.

Revues

[R35] F. Lehmann, P. Rantamanis, and Y. Frignac, Joint Channel Estimation, Interference Mitigation, and Decoding for WDM Coherent Optical Communications, *Journal of Optical Communications and Networking*, Vol. 6, No. 3, pp. 315-326, March 2014.

[R34] C. Dubarry and R. Douc, Calibrating the exponential Ornstein-Uhlenbeck multiscale stochastic volatility model, *Quantitative Finance*, March 2014, Vol. 14, No. 3, pp. 443-456.

[R33] Y. Petetin, M. Morelande and F. Desbouvries, Marginalized particle PHD Filters for multiple object Bayesian filtering, *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 50, No. 2, pp. 1182-96, February 2014.

[R32] H. Gazzah and J. P. Delmas, CRB Based-design of linear antenna Arrays for near-field source localization, *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, vol. 62, no. 4, pp. 1965-1973, April 2014.

[R31] P. Chevalier, J-P. Delmas, and A. Oukaci, "Properties, performance and practical interest of the widely linear MMSE beamformer for nonrectilinear signals, *Signal Processing* (Elsevier), Vol. 97, pp. 269-281, April 2014.

[R30] N. Abbassi, S. Derrode, F. Desbouvries, Y. Petetin, and W. Pieczynski, Filtrage statistique optimal rapide dans des systèmes linéaires à sauts non stationnaires, *Traitement du Signal*, Vol. 31, No. 3-4, pp. 339-361, 2014.

[R29] S. Derrode, L. Benyoussef, and W. Pieczynski, Subsampling-based HMC parameters estimation with application to large data sets classification, *Signal, Image and Video Processing*, Vol. 8, No. 5, pp. 873-882, June 2014.

[R28] Y. Petetin, and F. Desbouvries, A class of fast exact Bayesian filters in dynamical models with jumps, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 62, No. 14, pp. 3643-3653, July 2014.

[R27] F. Maire, R. Douc, and J. Olsson, Comparison of Asymptotic Variances of Inhomogeneous Markov Chains with Applications to Markov Chain Monte Carlo Methods, *Annals of Statistics*, Vol. 42, No. 4, pp. 1483-1510, August 2014.

[R26] R. Douc, E. Moulines, and J. Olsson, Long-term stability of sequential Monte Carlo methods under verifiable conditions, *Annals of Applied Probability*, Vol. 24, No. 5, pp. 1767-1802, September 2014.

[R25] M. Y. Boudaren, E. Monfrini, W. Pieczynski, and A. Aissani, Phasic triplet Markov chains, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 36, No. 11, pp. 2310 - 2316, November 2014.

[R24] M. Bédard, R. Douc, and E. Moulines, Scaling analysis of delayed rejection MCMC methods, *Methodology and computing in applied probability*, Vol. 16, No. 4, pp. 811-838, December 2014.

[R23] Y. Petetin and F. Desbouvries, Optimal SIR algorithm vs. fully adapted auxiliary particle filter: a non asymptotic analysis, *Statistics and Computing*, Volume 23, Issue 6, pp 759-775, November 2013.

- [R22] Y. Petetin and F. Desbouvries, Bayesian Multi-object Filtering for Pairwise Markov Chains, *IEEE Transactions on Signal Processing*, Vol. 61, N° 18, pp. 4481-90, September 2013.
- [R21] F. Lehmann Joint channel estimation and decoding for trellis-coded MIMO two-way relay networks, *IEEE JSAC*, vol. 31, no. 8, pp. 1455-1468, August 2013.
- [R20] S. Derrode and W. Pieczynski, Exact fast computation of optimal filter in Gaussian switching linear systems, *IEEE Signal Processing Letters*, Vol. 20, No. 7, pp. 701-704, July 2013.
- [R19] S. Derrode and W. Pieczynski, Unsupervised data classification using pairwise Markov chains with automatic copulas selection, *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 63, pp. 81-98, July 2013.
- [R18] R. Douc, P. Doukhan and E. Moulines, Ergodicity of observation-driven time series models and consistency of the maximum likelihood estimator, *Stochastic Processes and their Applications*, Vol. 123, No. 7, pp. 2620-2647, July 2013.
- [R17] Jorge A. Pardiñas-Mir, Roger Lamberti, Muriel Muller, Claude Gimenes, A Low Complexity TOA Estimation for TR-UWB Impulse Radio Networks, MTA Review (Bucharest, Romania), Vol. XXIII, No. 2, pp. 77-94, June 2013.
- [R16] F. Simon, One-sided asymptotically mean stationary channels, *Advances in Applied Mathematics*, Vol. 50, No 5, pp. 675-701, May 2013.
- [R15] K. Jishy and F. Lehmann. A Bayesian track-before-detect procedure for passive radars, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, Special Issue on Emerging Radar Techniques, 2013.
- [R14] M. Castella, S. Rafi, P. Comon, and W. Pieczynski, Separation of instantaneous mixtures of dependent sources using classical ICA methods, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, No. 62, 2013.
- [R13] H. Gazzah and J. P. Delmas, Direction finding antenna arrays for the randomly located source. *IEEE transactions on signal processing*, November 2012, Vol. 60, No. 11, pp. 6063-6068
- [R12] M. Bédard, R. Douc, and E. Moulines, Scaling analysis of multiple-try MCMC methods, *Stochastic Processes and their Applications*, Vol. 122, No. 3, pp. 758-786, 2012.
- [R11] R. Douc et E. Moulines. Asymptotic properties of the maximum likelihood estimation in misspecified hidden Markov models, *Annals of Statistics*, 2012, Vol. 40, No. 5, pp. 2697-2732, October 2012.
- [R10] M. Y. Boudaren, E. Monfrini, and W. Pieczynski, Unsupervised Segmentation of Random Discrete Data hidden with Switching Noise Distributions, *IEEE Signal Processing Letters*, Vol. 19, No. 10, pp. 619-622, October 2012.
- [R9] M. Y. Boudaren, E. Monfrini, W. Pieczynski, and A. Aissani, Dempster-Shafer fusion of multisensor signals in nonstationary Markovian context, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, No. 134, 2012.
- [R8] F. Lehmann, Recursive Bayesian filtering for multitarget track-before-detect in passive radars, *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic*, Vol. 48, No. 3, pp. 2458-2480, July 2012.
- [R7] F. Lehmann, Iterative mitigation of intercell interference in cellular networks based on Gaussian belief propagation, *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, Vol. 61, No. 6, pp. 2544-2558, June 2012.
- [R6] S. Derrode and W. Pieczynski, Segmentation d'images par modèle de mélange conjoint non gaussien, *Traitement du Signal*, Vol. 29, No. 1-2, 2012.
- [R5] M. Castella and E. Moreau, New kurtosis optimization schemes for MISO equalization, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 60, No. 3, pp.1319-1330, March 2012.

- [R4] N. Bardel and F. Desbouvries, Exact Bayesian Prediction in a class of Markov-switching models, *Methodology and Computing in Applied probability*, March 2012, Vol. 14, No. 1, pp. 125-134, March 2012.
- [R3] C. Letrou and A. Boag, Generalized multilevel physical optics (MLPO) for comprehensive analysis of reflector antennas, *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, Vol. 60, No. 2, pp. 1182-1186, February 2012.
- [R2] J. Lapuyade-Lahorgue and W. Pieczynski, Unsupervised segmentation of hidden semi-Markov non stationary chains, *Signal Processing*, Vol. 92, No. 1, pp. 29–42, January 2012.
- [R1] C. Letrou, V. Khaikin, and A. Boag, Analysis of the RATAN-600 radiotelescope antenna with a multilevel Physical Optics algorithm, *Comptes Rendus Physique*, Vol. 13, No. 1, pp. 38-45, January 2012.

La liste des 39 articles dans les Actes des Conférences peut être consultée au <http://citi.telecom-sudparis.eu/publications/>