Information
Signal
Image
viSion

GDR 720 ISIS

Rapport d'activité

janvier 2013 - décembre 2014

Table des matières

1 Introduction **1**
1.1 Organisation et Outils . . . 1
1.2 Fonctionnement . . . 3

2 Bilan général **5**
2.1 La communauté . . . 5
2.2 Les journées d'animation scientifique . . . 6
2.3 Club des partenaires . . . 6
2.4 Formation, Action doctorants . . . 7
2.5 Les appels à projets . . . 8
2.5.1 Appels à projets jeunes chercheurs 2013 . . . 8
2.5.2 Appels à projets jeunes chercheurs, interdisciplinaires et industriels 2014 . . . 9

3 Thème A : Signal-Image **9**
3.1 Présentation générale du thème A . . . 9
Axes de recherche du thème A . . . 10
Modélisation, représentation, identification. . . . 10
Détection, classification, décision, estimation. . . . 10
Reconstruction, restauration, débruitage. . . . 11
Traitements adaptatifs, en ligne, distribués. . . . 11
3.1.1 Actions spécifiques du thème A . . . 12
3.2 Activités de janvier 2013 à décembre 2014 . . . 18
3.2.1 Journées thématiques du thème A (hors Actions) . . . 18
3.2.2 Journées Transversales inter thèmes . . . 20
3.2.3 Journées Inter GDR . . . 22

4 Thème B : Image et Vision **24**
4.1 Axe 1 : physique, capteurs, traitements . . . 24
4.2 Axe 2 : vision, géométrie 3D, mouvement . . . 25
4.3 Axe 3 : systèmes de vision, perception et connaissance . . . 25
4.4 Axe 4 : recherche d'informations et masses de données image et vidéo . . . 26
4.5 Activités de janvier 2013 à décembre 2014 . . . 26
4.5.1 Thème B, axe 1 . . . 26
4.5.2 Thème B, axe 2 . . . 28
4.5.3 Thème B, axe 3 . . . 29
4.5.4 Thème B, axe 4 . . . 31

5 Thème C : AAA pour le TDSI **35**
5.1 Présentation générale du thème C . . . 35
5.2 Activités de janvier 2013 à décembre 2014 . . . 36
Actions thématiques du thème C . . . 36
Conférence DASIP . . . 40
5.3 Quelques perspectives du thème C . . . 40

6 Thème D : télécoms **41**
6.1 Axe 1 : compression et protection . . . 41
6.2 Axe 2 : information et communication : de la théorie à l'ingénierie . . . 42

6.3 Activités de janvier 2013 à décembre 2014 44
6.3.1 Journées thématiques du thème D 44
6.3.2 Journées Transversales inter thèmes 48
6.3.3 Journées Inter GDR 48

A Les Actions et les journées d'animation 52

B Liste des projets jeunes chercheurs 2013 55

C Liste des projets jeunes chercheurs, interdisciplinaires et industriels 2014 57

D Liste des aides à la mobilité des doctorants 62

E Programme de l'assemblée générale 2015 63

1 Introduction

Ce document fait le bilan de l'ensemble des activités du GDR ISIS pour la période janvier 2013 à décembre 2014. C'est un rapport à mi-parcours, le GDR ISIS ayant été renouvelé par l'Institut des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) du CNRS au 1er janvier 2014 pour une durée de 4 ans (ou 5 ans si la période quinquennale est aussi adoptée pour les GDR). Ce rapport est effectué à l'occasion de l'assemblée générale du GDR ISIS qui aura lieu du 30 mars au 1er avril 2015 au domaine Saint Joseph près de Lyon. Le programme de l'AG se trouve en annexe E.

1.1 Organisation et Outils

Le GDR ISIS est une structure du CNRS (GDR 720 de l'INS2I) dont le but est d'animer et structurer la communauté scientifique en traitement du signal, des images et de la vision. Avec le développement du numérique dans de nombreuses disciplines scientifiques et activités économiques, ce domaine est à l'interface de nombreuses disciplines théoriques et de nombreuses applications. Le spectre d'ISIS est large, une structure par domaines scientifiques est nécessaire pour le fonctionnement. Suite à l'assemblée générale de novembre 2012, la structure en **4 thèmes** est la suivante :

- Thème A : Méthodes et modèles en traitement du signal et de l'image
- Thème B : Image et Vision
- Thème C : Adéquation Algorithme Architecture en traitement du signal et des images
- Thème D : Télécommunications : compression, protection, transmission

La description de chacun de ces thèmes, leurs responsables scientifiques, et les activités durant la période 2013-2014 est décrite dans les sections suivantes de ce rapport. Nous rappelons d'abord ci-dessous les composantes de la structure d'animation et les outils utilisés par le GDR ISIS.

- **les journées d'animation scientifique**
  C'est l'élément de base de l'animation du GDR ISIS. Les journées d'animation scientifiques sont organisées autour des thématiques définies par les thèmes : elles peuvent émaner de propositions spontanées de membres du GDR ISIS, ou sont proposées par les responsables de thèmes. Des organisateurs sont identifiés. Le format préconisé comporte un ou deux exposés tutoriels effectués par les spécialistes du domaine. Nous essayons par exemple d'inviter des spécialistes internationaux lorsqu'ils séjournent en France ou en Europe. Ces conférences tutorielles permettent à la fois d'avoir une vue d'ensemble des travaux sur une thématique d'actualité et de garantir un niveau scientifique élevé des journées. Les autres exposés sont faits sur appel afin que tous les acteurs dans la thématique puissent exposer leur travaux. Les exposés des doctorants sont encouragés. Un partenaire industriel est aussi associé à l'organisation de chacune des journées afin de favoriser les échanges entre les acteurs académiques et industriels.

- **les Actions**
  Certains sujets identifiés lors des assemblées générales comme ayant une forte activité au niveau international ou une activité qui monte en puissance et pour lesquels

la communauté ISIS a un potentiel de travail et de création, sont structurés en **Action**. Une Action est une thématique scientifique ciblée, rediscutée à chaque assemblée générale biennale, sur laquelle nous nous accordons pour faire de l'animation pendant les deux années à venir, sous forme d'organisation de journées scientifiques mais pas seulement : une Action peut aussi être le lieu d'écriture d'un livre, d'un article de synthèse, d'un numéro spécial dans une revue, ou encore le lieu de fédération de plusieurs équipes françaises pour répondre à un challenge international (comme par exemple l'Action IRIM, voir paragraphe 4.5.4). Des porteurs d'Actions sont identifiés à la création de l'Action.

- **l'assemblée générale**
  Elle a lieu tous les deux ans (ou deux ans et demi), lors du renouvellement du GDR et à mi-parcours. Elle réunit sur 3 jours une centaine de membres et intervenants extérieurs. Elle est le lieu de définition des thèmes qui fédèrent le GDR ISIS et des Actions qui structurent l'animation. Elle permet d'accorder de manière participative la communauté sur les prospectives et la feuille de route du GDR ISIS pour les deux années suivantes. Elle valide aussi, lors du renouvellement du GDR, le projet de direction et de comité de direction.

- **Le réseau des doctorants**
  Les actions envers les doctorants prennent plusieurs formes. Tout d'abord, toute journée d'animation scientifique fait l'objet d'un appel à participation permettant ainsi à tout doctorant travaillant sur le sujet de la journée d'avoir la possibilité de venir présenter ses travaux et participer aux discussions. Pour chacune des journées, le GDR ISIS finance le déplacement à un doctorant et un permanent par laboratoire membre du GDR ISIS pour une participation en tant qu'auditeur, en plus des déplacements des orateurs. Par ailleurs le GDR ISIS propose l'aide au financement d'un doctorant à la mobilité pour un séjour hors de son laboratoire d'accueil, en France ou à l'étranger. Le GDR ISIS en collaboration avec le GRETSI organise l'école d'été Peyresq en traitement du Signal et des Images. Cette école a pour vocation de réunir pendant une semaine plus d'une quarantaine de participants, parmi lesquels une majorité de doctorants et de jeunes chercheurs des laboratoires français pour lesquels des tarifs préférentiels sont proposés. Le GDR ISIS s'associe à la section Signal Image du Club EEA et à l'association GRETSI pour décerner annuellement un prix de thèse. Les lauréats sont invités au congrès annuel du Club EEA pour la remise de leur prix et sont invités au colloque Gretsi pour présenter leur travaux. Enfin nous avons mis en place une journée "Carrières en Signal, Image & Vision" à destination des doctorants dont nous espérons poursuivre l'organisation de manière biennale (voir plus loin la description de la première édition). Le bilan des activités du réseaux des doctorants se trouve au paragraphe 2.4.

- **Le club des partenaires**
  Le Club des Partenaires du GDR ISIS rassemble les acteurs industriels et les grands organismes publics ne relevant pas du CNRS, désireux de participer à l'animation de la communauté Traitement Signal et Image française. Lancé peu après la création du GDR, il vise essentiellement à permettre une meilleure connaissance mutuelle entre les milieux académique et industriel, et à dynamiser les relations, les échanges, les osmoses et les transferts entre recherche institutionnelle et utilisateurs industriels. Son succès et sa pérennité en ont fait un modèle pour de nouveaux GDRs. Le budget apporté par les partenaires du Club représente aujourd'hui 2/3 du budget du

GDR ISIS et constitue donc une contribution indispensable sans laquelle le GDR ISIS ne pourrait réaliser les missions d'animation à leur niveau actuel. Le très large réseau du GDR ISIS, demeure pour les Partenaires le moyen privilégié pour contacter l'ensemble de la communauté dans le cadre de propositions de postes, de thèses, recherches de partenaires, annonces de manifestation, ... Les partenaires ont un accès privilégié à la liste de diffusion du GDR ISIS. Les partenaires sont régulièrement impliqués dans l'organisation ou l'animation des journées thématiques sur l'ensemble des axes et actions du GDR ISIS. Ces implications permettent une meilleure connaissance mutuelle, un partage des problématiques et des débats riches sur les solutions potentielles. Ces relations sont souvent poursuivies par des contacts ou collaborations directes entre laboratoires et industriels du Club. Le club des partenaires actuel est décrit au paragraphe 2.3.

- **les projets jeunes chercheurs, interdisciplinaires, industriels**
  Certaines années, quand le budget le permet, le GDR ISIS lance un appel à projets. Il s'agit de petits projets avec des financements de l'ordre de 7000 euros sur deux ans, qui sont dirigés prioritairement vers les jeunes chercheurs, afin de leur donner un peu d'autonomie. Le but est de soutenir des actions originales de recherche menées par de jeunes chercheurs (moins de 35 ans) dans les domaines de l'information, du signal, des images et de la vision. Le soutien est destiné à des travaux de recherche coopérative menés par de jeunes chercheurs appartenant à au moins deux laboratoires distincts du GDR ISIS. La présence de doctorants dans ces projets est fortement encouragée. Afin d'élargir l'appel nous avons proposé en 2014 un appel à projet ouvert non seulement aux jeunes chercheurs (voir ci-dessus), mais aussi pour encourager des travaux interdisciplinaires, ou incluant un industriel (voir le paragraphe 2.5).

1.2 Fonctionnement

Le fonctionnement du GDR ISIS est assuré par la direction (un directeur, un ou des directeur(s) adjoint(s)) et un comité de direction. Le directeur et le directeur adjoint portent le projet du GDR ISIS et en assurent la responsabilité administrative et scientifique auprès du CNRS. Toutes les questions, scientifiques ou non, sont discutées en comité de direction.

Le comité de direction
Le comité de direction est composé de la direction du GDR ISIS, des responsables de thème, des responsables de l'action pour les doctorants, du président du club des partenaires industriels, d'un responsable de l'action inter GDR, de la personne en charge du site web du GDR ISIS, de celle en charge de la gestion administrative et budgétaire. Pour le mandat 2014 du GDR ISIS la composition du comité de direction est la suivante, et ce depuis la dernière assemblée générale en novembre 2012 :

- Directeur : Laure Blanc-Féraud (DR CNRS I3S UMR 7271)
- Directeur adjoint : Walid Hachem (DR CNRS LTCI UMR 5141)
- Directeurs scientifiques adjoints, responsables des thèmes scientifiques :
  - Thème A : Méthodes et modèles en traitement du signal et de l'image
    DSA : Cédric Richard (PR 61 Lagrange UMR 7293), Pierre Borgnat (CR CNRS laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon UMR CNRS 5672), Jean-François Giovannelli (PR 61 IMS UMR 5218)

  - Thème B : Image et Vision
    DSA : François Goudail (PR 63 Institut d'optique UMR 8501), Frédéric Devernay (CR INRIA LIG UMR 5217), Ludovic Macaire (PR 61 LAGIS UMR CNRS 8219), Jenny Benois Pineau (PR 27 LABRI UMR 5800),
  - Thème C : Adéquation Algorithme Architecture pour le TDSI
    DSA : Guy Gogniat (PR 61 Lab-STICC UMR 6285), Christophe Jego (PR 63 IMS UMR 5218)
  - Thème D : Télécommunications : compression, protection, transmission
    DSA : Marc Antonini (DR CNRS I3S UMR 7271), William Puech (PR 27 LIRMM UMR 5506), Mérouane Debbah (PR SUPELEC), Veronica Belmega (MCF 61 ETIS UMR 8051).

- Président du club des partenaires : Daniel Duclos (SAGEM DS Argenteuil)
- Réseaux de doctorants : Cédric Févotte (CR CNRS Lagrange UMR 7293), Nicolas Dobigeon (MCF 61 IRIT UMR 5505)
- Inter GDR et ouverture internationale : Jocelyn Chanussot (PR 61 Gipsa-Lab UMR 5216)
- Responsable du site web : Michel Jordan (IR ETIS UMR 8051)
- Responsable administratif et gestion : Janique Regis (LTCI UMR 5141) .

Les responsables de thème organisent les discussions pendant l'assemblée générale, régulent les propositions d'animation, en impulsent de nouvelles.
Le comité de direction se réunit environ 4 fois par an. Il décide des réunions qui pourront être organisées dans le futur sur la base des propositions qui ont été reçues et des axes scientifiques qui ont été décidés en assemblée générale, et compte tenu du budget du GDR ISIS. De nombreuses demandes d'organisation de journées sont proposées au comité de direction du GDR ISIS. Le comité de direction est amené à faire des choix.
Le comité de direction examine les propositions des responsables des doctorants, attribue les projets jeunes chercheurs, et travaille sur un certain nombre d'actions diverses visant à améliorer le fonctionnement du GDR ISIS, la communication, la visibilité de ces actions, les relations avec ses partenaires, les actions envers les doctorants. Le GDR ISIS, à travers le comité de direction, travaille en collaboration avec l'association GRETSI à la définition des sujets de l'école d'été annuelle Peyresq sur le traitement du signal et des images, ainsi que d'autres actions en relation avec le Club EEA par exemple, comme la constitution d'une liste commune ISIS/EEA pour le renouvellement de la section 61 du CNU.

A l'occasion de l'assemblée générale à mi-parcours de mars 2015, une partie des membres du comité de direction est renouvelée. Un appel à candidature a été lancé pour le renouvellement de 5 membres du comité de direction. Cet appel a suscité de nombreuses candidatures et nous nous réjouissons de l'enthousiasme de la communauté pour le fonctionnement du GDR ISIS. Le choix difficile parmi des candidatures toutes de très haut niveau a été effectué en comité de direction selon des critères de représentativité de la thématique scientifique visée, d'équilibre géographique, d'âge, de genre. Les nouvelles personnes qui intègrent le comité de direction, en remplacement des personnes en charge actuellement sont :

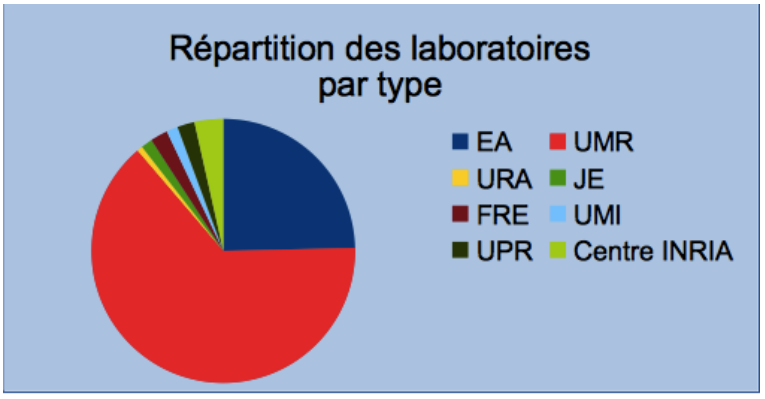
- Thème B, axe 2 Image, Vision, géométrie 3D, mouvement : Cédric Demonceaux, PR 61, LE2I UMR CNRS 6306, Dijon.

- Thème B, axe 4 Recherche d'informations et masses de données image et vidéo : Su Ruan, PR 61, LITIS EA 4108, Rouen.
- Thème C Algorithme-architecture en traitement du signal et des images : Jean-François Nezan, PR 61, IETR UMR CNRS 6164, Rennes.
- Thème D Information et communication : de la théorie à l'ingénierie : Mari Kobayashi, MCF SUPELEC, Gif-sur-Yvette.
- Coordination Inter-GDR, associations, sociétés savantes, et actions à l'international : Nelly Pustelnik, CR CNRS, ENS laboratoire de Physique UMR CNRS 5672, Lyon.

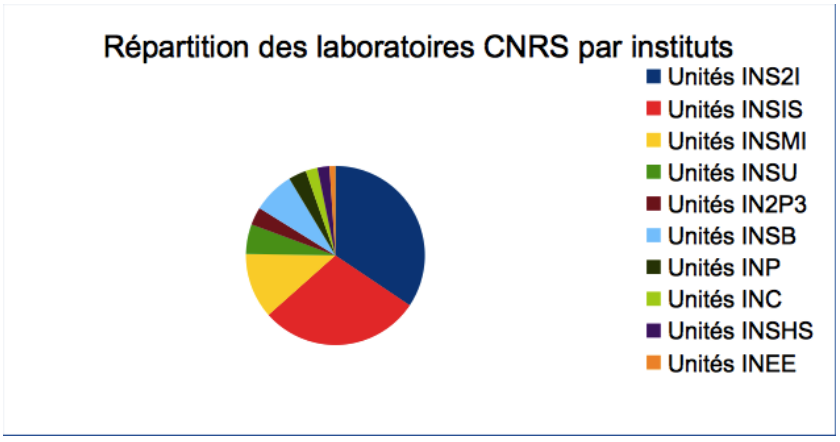
2 Bilan général

2.1 La communauté

Le GDR ISIS compte aujourd'hui 156 laboratoires inscrits, et 20 partenaires. Le total des membres inscrits au GDR ISIS est de plus de 3000 membres dont plus de 1900 permanents. La répartition des laboratoires par type de laboratoire est la suivante



Cette figure montre que la majorité est toujours constituée des UMR CNRS et que la part de EA (équipe d'accueil) des universités est d'environ un quart. En vertu de la convention CNRS-INRIA, les centres INRIA sont inscrits en tant que laboratoires membres de droit.
Par ailleurs la répartition des laboratoires UMR par institut du CNRS confirme que les thématiques du GDR ISIS, dont le coeur est dans l'institut INS2I, sont aussi très largement aux interfaces avec les autres instituts du CNRS, en tout premier lieux l'institut INSIS puis INSMI. La répartition est en proportion semblable à celle du rapport de 2012. Cependant on remarque la présence aujourd'hui de laboratoires des instituts INC, INSHS, INEE ce qui n'était pas le cas en 2012.



2.2 Les journées d'animation scientifique

Les journées d'animation scientifique restent l'activité principale du GDR ISIS. Sur chacune des deux années 2013 et 2014 de la période de ce bilan, une trentaine de réunions a été organisée dont presque un quart en commun avec d'autres GDR, dont STIC-Santé, SoC-SiP, Ondes, Vision, Robotique, IG-RV, MIA, Phenix, Seeds, MACS. La description de ces journées sera trouvée dans le bilan des thèmes dans les sections suivantes et la liste se trouve en annexe A. Concernant l'inter-GDR, nous avons structurellement 3 Actions communes entre le GDR ISIS et les GDR Ondes, STIC-Santé, IG-RV.

2.3 Club des partenaires

Le Club des Partenaires du GDR ISIS est défini de façon générale au paragraphe 1.1. Le Club des Partenaires comprend aujourd'hui les membres suivants : CEA DRT, CNES, EADS Innovation Works, EDF R&D, Huawei, IFSTTAR, ISEP, Mitsubishi Electric ITCE, Onera, Orange Labs, Phillips Healthcare, SagemCom, Sagem Defense Securité, Thales Air Systems, Thales Alenia Space, Thales Communications & Security, Thales Division Aéronautique, Thales Optonique, Thales Research & Technology, Trophy SAS / Carestream Dental.

L'implication des partenaires dans le financement du GDR ISIS démontre la volonté toujours soutenue d'établir et renforcer les liens entre recherche publique et recherche privée. Durant cette dernière période, les échanges sont demeurés très fructueux, le GDR étant un lieu privilégié de rencontres informelles entre les chercheurs de la communauté française et les membres industriels du Club des Partenaires.

Ces dernières années, le Club des Partenaires s'est particulièrement impliqué dans la promotion des métiers de la recherche publique ou privée, notamment en participant à la journée organisée par le GDR ISIS en 2013 sur le thème "Carrières en Signal, Image & Vision" qui a connu un forte participation, et dans le cadre du Forum CIFRE 2013 via une conférence sur le "Recrutement de doctorants, un enjeu stratégique", sur invitation de l'ANRT.

Le Club a aussi participé à la sélection des projets Jeunes Chercheurs. Enfin, il s'est aussi impliqué dans un projet de GDR franco-brésilien porté par la communauté Signal-Image (ce projet n'a pas abouti).

Il est à noter que sur la dernière période plusieurs partenaires ont fait part de leur difficulté à continuer de soutenir le GDR ISIS dans un contexte économique particulièrement défavorable. Le renouvellement des conventions existantes et la recherche de nouveaux partenaires seront donc un enjeu majeur sur la prochaine période.

2.4 Formation, Action doctorants

Formation/ Ecole d'été Peyresq
Le GDR ISIS participe à l'organisation de l'école d'été Peyresq en traitement du Signal et des Images, en étroite collaboration avec l'association GRETSI. Cette école a pour vocation de réunir pendant une semaine plus d'une quarantaine de participants, parmi lesquels une majorité de doctorants et de jeunes chercheurs des laboratoires français. Cette école est également ouverte, dans une moindre mesure à des industriels. Depuis 2012, les thèmes abordés lors de cette école récurrente ont été :

- 2013 : Les nouvelles techniques d'optimisation : applications en signal, images et télécommunications.
- 2014 : Traitement du signal et des images en grandes dimensions.

La prochaine édition, à l'été 2015, aura pour thème "Signaux, énergie et environnement : enjeux, outils, défis".

Prix de thèse
Le GDR ISIS s'associe à la section Signal Image du Club EEA et à l'association GRETSI pour décerner annuellement un prix de thèse. Les derniers lauréats ont été depuis 2012 :

- 2013 : Olivier Bichler, « Contribution à la conception d'architecture de calcul auto-adaptative intégrant des nanocomposants neuromorphiques et applications potentielles. » thèse préparée à l'Université Paris Sud-Paris XI.
- 2014 : Antoine Deleforge, « Projection d'espaces acoustiques : une approche par apprentissage automatisé de la séparation et de la localisation. » thèse préparée à l'INRIA Grenoble Rhône Alpes.

Une présentation de leur travaux de thèse est effectuée lors du colloque GRETSI.

Journée "Carrières en Signal, Image & Vision"
En octobre 2013, une journée a été organisée à destination des doctorants, dont l'objectif était de présenter les métiers de chercheur, enseignant-chercheur et ingénieur de recherche en Signal, Image et Vision, dans le public et le privé. La matinée a été marquée par les interventions des représentants des structures académiques : Philippe Bolon, président de la Section 61 du CNU, Michèle Basseville, présidente de la Section 7 du CNRS, Isabelle Herlin, membre de la commission d'évaluation de l'INRIA. Leurs présentations visaient à rendre compte des opportunités de carrières et modalités de concours d'entrée à l'Université, au CNRS et à INRIA. Ces informations réglementaires et administratives ont été complétées par les témoignages d'une maître de conférences, d'un chargé de recherches CNRS et d'un chargé de recherches INRIA.

L'après-midi a été consacré aux carrières dans les EPIC, avec une présentation d'un représentant de l'ONERA et un témoignage d'un ingénieur de recherche du CEA, et dans l'industrie privée, avec une présentation de Daniel Duclos, représentant du Club des Partenaires, et le témoignage d'un ingénieur d'études à Airbus Defense & Space.
La journée s'est conclue par un moment d'échanges entre les doctorants et les partenaires industriels du GDR ISIS sous la forme d'un forum.

Cette journée a rencontré un franc succès, qui s'est manifesté par le nombre important de doctorants présents (plus d'une centaine) et par leurs retours très positifs auprès des organisateurs de cette journée. Fort de cet enthousiasme, il a été décidé de renouveler cette journée une fois tous les deux ans, afin d'offrir à tout doctorant la possibilité de participer à une réunion de ce type au cours des trois années nominales de préparation de sa thèse.

Action doctorants/Aide à la mobilité
A travers le « Réseau des doctorants », le GDR ISIS soutient la mobilité de doctorants membres du GDR vers des laboratoires d'accueil pour des séjours de durées variables (quelques semaines à plusieurs mois), afin d'encourager les jeunes chercheurs à développer leur réseau de collaborations. Ce soutien est concrétisé par une participation au frais de séjour dans le cas de missions de durée significative (au minimum deux semaines et préférentiellement au moins un mois), dans un laboratoire distant en France ou à l'étranger, sur la base du dépôt d'une demande argumentée.

Depuis janvier 2013, le réseau a ainsi soutenu 15 missions de doctorants, dont 9 à destination internationale, la plupart durant de 1 à 4 mois. Les demandes sont à chaque fois examinées tant sur le bien-fondé scientifique de la collaboration et sur la recevabilité du dossier (le critère de durée de la mission est en particulier important) que sur la forme. Jusqu'à présent, peu de demandes ont été refusées. Celles qui l'ont été ne correspondaient pas aux critères fixés pour cette action (séjours trop courts ou pas directement dans les domaines du GDR ISIS, ou dossier peu soigné). L'ensemble des 15 demandes acceptées constitue un budget global de 19000 euros sur les 2 ans écoulés au moment de la rédaction de ce rapport. Des financements de 500 à 1500 euros ont été accordés par demande, selon la durée et le coût total du séjour. De manière générale, cette action est aussi pour le doctorant une occasion d'apprendre à rédiger un dossier de demande de financement.

A l'issue de la mission, un compte-rendu scientifique est demandé. Lors de l'Assemblée Générale de novembre 2012, des jeunes chercheurs ayant bénéficié d'une aide en tant que doctorants pour une mission longue sont venus présenter leurs travaux ainsi effectués. Cela permet de plus de discuter directement avec eux quant à l'intérêt qu'ils ont trouvé à ce dispositif.

Le réseau des doctorants fonctionne en traitant les demandes au fil de l'eau. Un message envoyé deux fois par an par le GDR ISIS pour rappeler à tous l'existence de cette action. L'existence du Réseau des doctorants semble appréciée et bien utilisée par la communauté.

2.5 Les appels à projets

2.5.1 Appels à projets jeunes chercheurs 2013

En 2013, le GDR ISIS a lancé en collaboration avec l'association GRETSI un appel à projets à destination des jeunes chercheuses et chercheurs. Ces projets devaient compter au moins deux jeunes chercheurs (35 ans au plus) appartenant à deux laboratoires différents du GDR ISIS ou du club des partenaires. L'accent a été mis sur les projets impliquant des doctorants. Le financement des projets retenus était de l'ordre de 6 k€ pour une durée de 18 mois.

Sur 23 projets déposés, 7 projets dont la description figure dans l'annexe B ont été retenus.

2.5.2 Appels à projets jeunes chercheurs, interdisciplinaires et industriels 2014

En 2014, le GDR ISIS a lancé un appel à projets afin de soutenir des travaux de recherche à fort caractère prospectif, en rupture avec les travaux connus dans le champ scientifique du projet dans les domaines de l'information, du signal, des images et de la vision. Un projet devait associer deux laboratoires au moins, dont l'un au moins est une UMR du CNRS, membre du GDR ISIS.

Les propositions devaient s'inscrire dans l'une des rubriques suivantes :

Problème industriel : Le projet s'attaque à un problème scientifique amené par un industriel. Le partenariat comprend des laboratoires universitaires et éventuellement l'industriel qui amène ce problème. Dans tous les cas, cet industriel rédige une lettre dans laquelle la problématique du projet est développée et argumentée de son point de vue.

Jeunes chercheurs : Tous les participants au projet sont des jeunes chercheuses ou chercheurs (nés après le 1er janvier 1979). Le but est de les inciter à concevoir leurs propres sujets et à explorer des thématiques de recherche amont.

Projet interdisciplinaire : Le projet associe un champ thématique du GDR ISIS avec un domaine qui se situe en dehors des disciplines du signal, des images et de la vision. Ainsi, un au moins des laboratoires de la proposition a ses thématiques en dehors de celles du GDR ISIS.

Le financement retenu était de l'ordre de 7 k€ pour une durée de 24 mois.

Sur 15 propositions de projets, 7 ont été retenues. Ces propositions sont décrites dans l'annexe C.

3 Thème A : méthodes et modèles en signal et image DSA : C. Richard (PU 61, Laboratoire Lagrange, Nice), P. Borgnat (CR CNRS 07, Laboratoire de Physique, ENS de Lyon), J.-F. Giovannelli (PU 61, Laboratoire IMS, Bordeaux)

3.1 Présentation générale du thème A

Les domaines de recherche couverts par le thème A portent sur les questions théoriques et méthodologiques en traitement du signal et de l'image, et concernent de grandes catégories d'enjeux :

- modélisation, représentation, identification,
- détection, classification, décision, estimation,
- reconstruction, restauration, débruitage,
- traitements adaptatifs, en ligne, distribués.

Lors de la dernière assemblée générale, constatant la convergence du traitement des signaux et des images sur ces enjeux, la communauté s'est exprimée en faveur du gommage des distinctions entre les questions méthodologiques en traitement du signal et en traitement des images dit de *bas niveau*, précédemment dans les objectifs du thème B.

Bien qu'il ne s'agisse évidemment pas d'ignorer les spécificités des images fixes ou animées et des capteurs associés, fer de lance des activités du thème B, ce nouveau point de vue favorise une fertilisation croisée des compétences dans chacun des domaines. Toutes les questions couvertes par le thème se déclinent plus spécifiquement pour irriguer un large spectre d'applications, où l'information revêt à présent souvent un caractère multimodal, hybride, éventuellement structuré, tels que les cubes de données, les signaux et images sur graphes, etc. qui ne sont pas naturellement indexés par le temps ou l'espace comme les signaux ou images usuels.

Pour tout cela, le thème A s'emploie aussi à cultiver une nature pluridisciplinaire marquée, en développant des interfaces importantes avec la physique, les mathématiques appliquées et l'algorithmique. Il a donc pour vocation à interagir avec d'autres GDR : Ondes, MIA, MOA, Vision, IM, Phénix, Stic-santé,. . .en plus des autres thèmes du GDR ISIS.

Conformément à la stratégie générale du GDR ISIS, l'activité du thème A consiste en premier lieu en l'organisation et l'animation de journées scientifiques. Pour la sélection des problématiques abordées lors de ces réunions, le thème A s'attache d'une part à être présent sur les grands sujets du moment, en accordant notamment une attention particulière aux intérêts exprimés par le club des partenaires, d'autre part à fournir une ouverture vers des thématiques émergentes en réunissant des spécialistes des domaines concernés. Il est tout d'abord important de souligner que l'animation de journées thématiques est ouverte à tous. Aussi le thème A, comme les autres, sollicite-t-il les contributions venant de l'ensemble des membres et couvrant l'ensemble des champs disciplinaires. Chacun est invité à proposer des réunions, faire remonter des thématiques porteuses, et organiser des événements conjoints avec d'autres partenaires, par exemple à l'occasion de visites en France de collègues spécialistes étrangers.

Axes de recherche du thème A Le thème A n'est pas structuré à proprement parler en axe de recherche comme le sont les autres. Le fonctionnement vise plutôt à couvrir les enjeux principaux des aspects méthodologiques et théoriques en traitement du signal et de l'image. Très classiquement, il est possible de repartir de ces enjeux pour décrire plus avant les activités couvertes.

Modélisation, représentation, identification. La modélisation en traitement des signaux et des images consiste à représenter les objets ou les systèmes rencontrés dans les applications, par des modèles mathématiques s'inspirant de connaissances physiques ou phénoménologiques. Elle a également pour objet de faire avancer les outils de traitement et la connaissance en tant que telle. Cette problématique, qui a motivé les premières recherches en traitement du signal à la fin des années 1950, a fait l'objet d'un nombre considérable de travaux depuis la création du GDR ISIS. Cependant, elle reste centrale, d'autant que de nouvelles thématiques importantes ont émergé ces dernières années, comme les décompositions adaptatives et parcimonieuses, les modèles hiérarchiques, les statistiques non usuelles des processus (non-gaussiens, non-stationnaires, non-linéaires, non-circulaires, à valeurs complexes, etc.), les modèles tensoriels et ceux fondés sur des considérations géométriques.

Détection, classification, décision, estimation. Estimer les paramètres d'un modèle, détecter un motif dans un signal ou une image, sélectionner une hypothèse ou un modèle, interpréter automatiquement les résultats, sont les objectifs récurrents du traitement du signal et de l'image. Les théories classiques issues de l'inférence statistique ont été appliquées avec succès pour résoudre un grand nombre de ces problèmes. Cependant, devant

l'augmentation de la complexité des problèmes, de nouvelles méthodes demandent à être étudiées avec beaucoup d'attention. Les thématiques développées pour cet enjeu reposent en particulier sur les méthodes de simulation stochastiques (e.g. les méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov) ou les méthodes d'optimisation (comme les techniques variationnelles) ou des approches hybrides mais aussi les modèles hiérarchiques, les méthodes d'apprentissage,...ainsi que les traitements distribués, dans un réseau de capteurs par exemple.

Reconstruction, restauration, débruitage. Un sujet de recherche fortement lié aux deux précédents et qui recouvre un grand nombre d'applications d'importance est celui des problèmes inverses pour la reconstruction ou la restauration de signaux et d'images. Il s'agit de rétablir les caractéristiques originales d'un signal ou d'une image dégradé par des distorsions linéaires ou non-linéaires, la présence de bruit ou de signaux parasites, le mélange de composantes. Plusieurs problèmes se rapportent à ce sujet : déconvolution, synthèse de Fourier, inversion de Radon, séparation de source, débruitage. On reconsidère également les questions classiques d'échantillonnage ou d'acquisition. Tous ces problèmes également récurrents dans la littérature présentent en commun un caractère mal-posé et qui nécessitent le recours à des méthodes de régularisation. Il s'agit d'inclure des informations a priori sur les objets recherchés (régularité, présence de contours ou de régions, caractère parcimonieux (direct ou dans un espace transformé), positivité...Ces dernières reposent en général sur des approches pénalisées ou contraintes, ou encore par reparamétrisation ainsi que sur des approches bayésiennes notamment hiérarchiques. Les applications sont variées, notamment en imagerie médicale, astronomique, etc.

Traitements adaptatifs, en ligne, distribués. Le traitement distribué en ligne des signaux et des images par un réseau d'agents est un domaine en pleine expansion, qui trouve sa source parmi les nouveaux défis pour la fouille de données massives. Avec plus de deux millions d'antennes interconnectées qui devraient générer un trafic de données de l'ordre de celui d'internet, le radio-imageur astronomique SKA constitue un cas d'école. L'internet des objets connectés, aux usages variés tels qu'en e-santé et domotique, constitue un autre exemple de terrain d'applications. Dans les réseaux adaptatifs, les noeuds interconnectés apprennent et s'adaptent continuellement, et s'acquittent de tâches telles que l'estimation de paramètres à partir de données acquises par des agents épars. La diffusion continue de l'information au sein du réseau permet aux agents d'adapter leurs performances et la topologie du réseau en fonction de la qualité des observations. Les problèmes considérés peuvent être de nature mono-tâche ou multi-tâche selon que les agents partagent un même objectif ou non, les traitements synchrones ou asynchrones selon qu'ils disposent d'une horloge commune ou non, etc. Ces propriétés constituent autant de degrés de liberté qu'il convient d'exploiter au mieux dans l'élaboration de nouvelles méthodes de fouille, d'analyse, de détection/estimation, d'optimisation, etc.

En préparation de la précédente AG du GDR ISIS, les responsables du thème avaient fait appel à la communauté pour faire émerger les orientations les plus pertinentes possible pour le thème. La liste des sujets qui a ainsi été dégagée et qui a servi de base pour l'organisation des journées et des actions (décrites plus en détail ensuite) est rappelée ici.

- Traitement de données en très grande dimension : optimisation et simulation pour les problèmes de grande taille, grandes matrices aléatoires, factorisation en matrices

non-négatives, traitement incrémental
→ **Action « Estimation et détection en grande dimension »**
→ **Action « Optimisation »**

- De l'analyse à la décision : coupler le traitement des mesures et la prise de décision, méthodes d'analyse pilotées par les données (dictionnaires appris, décompositions empiriques,...)
  → **Action « Apprentissage »**
  → **Action « Méthodes de simulation stochastiques »**
- Des modèles plus élaborés : invariance d'échelle et multifractalité, séparation de sources non linéaire, représentations parcimonieuses, analyse de données tensorielles et décompositions
- Systèmes complexes et traitement de données sur des graphes : identification et l'analyse d'un système à l'aide d'un graphe de connections, outils adaptés à des réseaux pouvant être évolutifs, exploitation de ces graphes dans des cadres applicatifs
  → **Action « Signaux & Images sur graphes »**
- Systèmes radars et traitements
- Fusion en traitement des signaux et des images

Tous ces sujets ont guidé le choix de journées organisées. Ainsi, en plus des journées et des actions décrites ci-dessous, le thème A a soutenu 3 journées sur les thèmes des « Décompositions tensorielles et applications », de l'« Apport des théories de l'incertain en fusion d'informations » et sur les « Problèmes inverses ; approches myopes et aveugles, semi- et non-supervisées » en plus de 4 journées en interaction avec les autres thèmes de ISIS et 6 journées en inter-GDR (avec les GDR Stic-Santé, Phénix, SoC-SiP et MIA).

3.1.1 Actions spécifiques du thème A

Lors de l'AG du GDR ISIS de novembre 2012 et pour le renouvellement du GDR ISIS, les Actions retenues pour le thème A jusqu'à l'assemblée générale à mi-parcours sont celles qui suivent. Nous donnons leurs descriptions et les titres des journées organisées.

1. **Action *Apprentissage***
   Dates(s): février 2014.
   Animée par Olivier Cappé (DR CNRS, LTCI, Paris), Pierre Chainais (MCF, LAGIS, Lille), Zaïd Harchaoui (CR INRIA, INRIA, Grenoble).

   L'apprentissage automatique (ou machine learning en anglais) est un domaine de recherche à la croisée de la statistique, de l'informatique et de l'optimisation. Les objectifs essentiels sont de modéliser des systèmes complexes (par exemple, une expertise humaine) ou de classer des données, en vue par exemple de leur indexation (fouille de données), principalement à partir d'échantillon de données ou d'exemples des tâches à effectuer. L'apprentissage automatique est devenu un outil prééminent dans plusieurs domaines du traitement des signaux et des images (problèmes inverses, vision par ordinateur, indexation de données multimédia, etc.). Cet intérêt s'est notamment manifesté

par la création du comité technique MLSP (Machine Learning for Signal Processing) au sein de la société Signal de l'IEEE.

L'objectif de cette Action est double. D'une part, il s'agit, sur un sujet largement pluridisciplinaire, d'entretenir et de développer les liens entre les communautés de l'apprentissage automatique et la communauté représentée par le GDR ISIS. En particulier, il est envisagé d'organiser des réunions communes avec des groupes d'intérêt ou sociétés relevant plus de l'informatique (GDR I3, SIF, AFIA) ainsi qu'avec leurs homologues du côté statistique et optimisation (notamment le groupe MAS de la SMAI, la SFdS, les GDR MIA et MOA). Le second objectif est de développer les échanges autour du corpus de méthodes et de l'ensemble des applications qui relèvent plus spécifiquement de la thématique MLSP : en particulier, la séparation de source et les factorisations matricielles (problématique dite également d'apprentissage de dictionnaire), la question des données structurées (flux temporels, graphes, etc.), les modèles parcimonieux (y compris dans leur utilisation pour l'acquisition de données), les algorithmes adaptatifs, les méthodes séquentielles (détection de ruptures notamment), ainsi que les méthodes d'apprentissage distribuées.

Cette action a organisé une journée :

Journée 1. Apprentissage de représentations et traitement du signal (4 février 2014)
Organisée par Pierre Chainais et Zaïd Harchaoui.
La détermination d'une représentation optimale des données en vue d'une tâche de traitement (classification, restauration, clustering, compression...) est un problème commun à de nombreux domaines du traitement du signal/image/video...La notion de parcimonie apparaît de façon récurrente. De nombreuses approches et concepts ont été proposés ces dernières années et permettent de proposer des techniques d'apprentissage de dictionnaire à partir d'images aussi bien que de décomposer un graphe en sous-graphes élémentaires ou encore de proposer l'identification d'une sémantique sous-jacente à des données relationnelles. Le but de cette journée est de faire le point sur les travaux récents en apprentissage de représentations des données.
Exposé invité : R. Gribonval, INRIA Rennes, Apprentissage de dictionnaires parcimonieux en presence de bruit et d'observations aberrantes.

2. Action *Optimisation*
Dates(s): octobre 2013, mai 2014, octobre 2014, novembre 2014 (GDR MIA).
Animée par Nelly Pustelnik (CR CNRS, Laboratoire de Physique, ENS de Lyon), Said Moussaoui (MCF, IRCCyN, Nantes).

De nombreuses problématiques de traitement des signaux et des images telles que la séparation de sources, la restauration et les décompositions parcimonieuses ont récemment gagné en performances grâce aux outils d'optimisation convexe qui permettent de gérer des fonctions non-lisses telles que les normes ℓ_1 ou nucléaire. Une grande activité de recherche émane de ces sujets et de nombreuses questions sont soulevées. Un premier axe est la prise en compte d'un choix plus large de contraintes convexes par le biais de méthodes telles que les points intérieurs, la pénalité extérieure ou les projections épigraphiques. Un autre axe d'intérêt est l'extension des méthodes existantes au cadre non-convexe, afin de traiter des problèmes inverses non-linéaires ou de se

rapprocher de pénalités non-convexes telles que la pénalisation ℓ_0 ou des contraintes sur le rang de matrices. Enfin, la question de la résolution de problèmes de grande dimension, qui s'inscrit dans la continuité de thématiques portées par le Thème A et B à travers la précédente Action « Problèmes inverses », requiert l'exploitation d'outils de calcul parallèle mais également des méthodes nécessitant un faible nombre d'évaluations du critère/gradient.

Cette action a organisée 4 journées :

Journée 1. Optimisation convexe sous contraintes (22 octobre 2013) Organisée par Saïd Moussaoui et Nelly Pustelnik.

De nombreuses problématiques de traitement du signal et de l'image ont récemment gagné en performances grâce aux outils d'optimisation convexe. Ces outils permettent de gérer des fonctions non-lisses, des fonctions non finies, ou encore des contraintes de type positivité, support fini ou parcimonie structurée. Une grande activité de recherche émane de ces sujets et de nombreuses questions sont soulevées notamment face à l'augmentation de la dimension des problèmes, la diversité des contraintes à respecter et l'adéquation avec les ressources de calcul disponibles.

Cette journée est consacrée aux dernières avancées relatives à la gestion de contraintes en optimisation convexe. En effet, la mise en œuvre d'un algorithme d'optimisation efficace dépendra du type de contraintes qui doivent être prises en compte, de leur nombre mais également des propriétés des autres fonctions impliquées dans le critère. Parmi les méthodes permettant de gérer des contraintes on peut citer les méthodes de points intérieurs, la pénalité extérieure, les méthodes de projections alternées ou les méthodes proximales. Les avancées récentes d'un point de vue méthodologique ainsi que les enjeux applicatifs sont présentés durant cette journée.

Exposés tutoriels invités : Paul Armand (XLIM, Univ. de Limoges), méthodes de points intérieurs ; Jean-Christophe Pesquet (LIGM, Univ. Paris-Est), méthodes proximales ; Eric Thiébaut (Centre de Recherche Astrophysique de Lyon), reconstruction sous contraintes en imagerie.

Journée 2. Optimisation non-convexe - 1 (28 mai 2014) Organisée par Saïd Moussaoui et Nelly Pustelnik.

La résolution de problèmes non-convexes couvre un large spectre des travaux de la communauté signal/image avec des développements récents sur les thématiques telles que la reconstruction parcimonieuse, la résolution de problèmes inverses non-linéaires ou la segmentation. D'un point de vue théorique, le panel des méthodes dites de résolution de problèmes non-convexes est vaste. On peut par exemple citer les techniques d'optimisation globale, d'optimisation discrète, de relaxation convexe, ou encore les approches basées sur des hypothèses de type inégalité de Kurdyka-Lojasiewicz.

Le but de cette première journée consacrée à l'optimisation non-convexe est de focaliser sur une partie des techniques existantes à savoir la résolution de problèmes inverses non-linéaires ainsi que les méthodes d'optimisation globales et discrètes.

Exposés invités : Nikos Komodakis (École des ponts ParisTech), Tutoriel optimisation discrète ; Jordan Ninin (ENSTA Bretagne), Tutoriel algorithmes

branch and bound ; Yves Goussard (Polytechnique Montréal), Tutoriel problèmes inverses non-linéaires.

Journée 3. Optimisation non-convexe - 2 (16 octobre 2014) Organisée par Saïd Moussaoui et Nelly Pustelnik.

La résolution de problèmes non-convexes couvre un large spectre des travaux de la communauté signal/image avec des développements récents sur les thématiques telles que la reconstruction parcimonieuse, la résolution de problèmes inverses non-linéaires ou la segmentation. D'un point de vue théorique, le panel des méthodes dites de résolution de problèmes non-convexes est vaste. On peut par exemple citer les techniques d'optimisation globale, d'optimisation discrète, de relaxation convexe, ou encore les approches basées sur des hypothèses de type inégalité de Kurdyka-Lojasiewicz.

Une première journée a été consacrée à la résolution de problèmes inverses non-linéaires ainsi qu'aux méthodes discrètes et aux algorithmes de brunch-and-bound. Cette seconde journée s'intéresse plus particulièrement à des thèmes qui n'ont pas pu être abordés lors de la première journée, à savoir les approches basées sur des hypothèses de type inégalité de Kurdyka-Lojasiewicz, les métaheuristiques et la programmation DC.

Exposés invités : Jérôme Bolte, Tutoriel : Optimisation non-convexe et inégalité de Kurdyka-Lojasiewicz ; Gilles Gasso, Tutoriel : Pénalités non-convexes et programmation DC ; Julien Lepagnot, Tutoriel : Métaheuristiques.

Journée 4. Optimisation géométrique sur les variétés (21 novembre 2014) Organisée par N. Pustelnik (ENS de Lyon), S. Moussaoui (IRCCyN, Nantes), J. Fadili (GREYC, Caen) avec le GDR MIA.

L'optimisation sous contraintes est un domaine de recherche bien établi. Toutefois, dans nombre de problèmes d'optimisation, les contraintes prennent une forme géométrique qui exprime que la solution recherchée vit dans une variété (e.g. Riemannienne). Les applications sont abondantes en traitement du signal et des images, en robotique, en analyse des données, en algèbre linéaire, en statistique ou encore en apprentissage. Les méthodes classiques d'optimisation contrainte vont généralement travailler dans un espace de dimension plus grande que celle de la variété, alors que les méthodes géométriques opèrent directement sur la variété, offrant à la fois élégance et de bonnes propriétés de convergence et numériques. On peut alors les voir comme des méthodes d'optimisation non contrainte mais avec un espace de recherche qui est, lui, contraint. L'objectif de cette journée est de donner aux communautés des GDR concernés un aperçu précis des méthodes de pointe dans le domaine couvrant un large spectre allant des aspects algorithmiques, théoriques jusqu'aux applications. La journée est organisée autour d'exposés invités par des chercheurs de renom, et d'exposés courts.

Exposés invités : P.-A. Absil (UC Louvain), Optimization and curve fitting on manifolds ; S. Bonnabel (Mines ParisTech), Méthodes de gradient stochastique sur les variétés riemanniennes ; A. Trouvé (ENS Cachan), Geodesic shooting in shape spaces ; Y. Ollivier (Univ. Paris Sud Orsay), Information-geometric optimization : The interest of invariance principles for discrete and continuous optimization.

3. Action *Méthodes de simulation stochastiques*
Dates(s): mai 2013.
Animée par Gersende Fort (DR CNRS, LTCI, Paris) et François Septier (MCF, Télécom Lille1 / LAGIS, Lille).

Les méthodes de simulation Monte Carlo sont utilisées pour l'exploration de lois de probabilités, par exemple dans une approche bayésienne des problèmes inverses ou pour la restauration de données manquantes. Comme l'atteste la littérature, ces approches ont été appliquées avec succès à de très nombreuses applications (navigation et localisation, classification en imagerie, traitement du signal audio, communications numériques, etc.).

Le défi majeur pour les prochaines années est lié à l'analyse de données de très grandes dimensions et de données massives. Dans ce contexte, il est nécessaire de faire évoluer ces méthodes afin de les rendre robustes à la grande dimension des supports à explorer et à la multimodalité des lois tout en intégrant les aspects séquentiels du traitement de l'information soit du fait du phénomène d'acquisition des données soit du fait du caractère massif des données.

L'objectif de cette Action est tout d'abord de développer des échanges avec la communauté Statistique pour les aspects méthodologiques des algorithmes de simulation Monte Carlo ; et la communauté Optimisation qui partage des problématiques communes (optimisation stochastique ; contexte multimodal ; techniques « mutation/sélection »). Enfin, cette Action a également pour objectif de favoriser les interactions entre les chercheurs intéressés par le développement méthodologique dans ce domaine et ceux soucieux de résoudre des problèmes complexes par le biais de ces techniques.

Cette action a organisé une journée :

Journée 1. Filtrage Bayésien en Grande Dimension par Méthodes de Monte Carlo (21 mai 2013) Organisée par Gersende Fort et François Septier.
Les méthodes de simulation de type Monte Carlo sont par exemple utilisées pour l'exploration de lois de probabilités dans une approche bayésienne des problèmes inverses, ou pour la restauration de données manquantes. Comme l'atteste la littérature scientifique, ces approches ont été appliquées avec succès à de très nombreuses applications (navigation et localisation, classification en imagerie, traitement du signal audio, communications numériques, etc.). Cependant, le défi majeur pour les prochaines années est lié à l'analyse de données de très grandes dimensions et de données massives. Dans ce contexte, il est nécessaire de faire évoluer ces méthodes afin de les rendre robustes à la grande dimension des supports à explorer et à la multimodalité des lois tout en intégrant les aspects séquentiels du traitement de l'information soit du fait du phénomène d'acquisition des données soit du fait du caractère massif des données. Le but de cette journée est de faire le point sur les travaux récents en méthodes de Monte Carlo séquentielles pour les problèmes d'inférence en grande dimension.

Exposé invité : Arnaud Doucet (Dpt of Statistics, Oxford University, UK), Efficient implementation of the Particle Marginal Metropolis-Hastings Algorithm.

4. **Action *Estimation et détection en grande dimension***
Dates(s): mai 2013.
Animée par Jamal Najim (CR CNRS, IGM, Marnes-la-Vallée), Romain Couillet (MCF, Supélec), Emmanuel Duflos (PU, École Centrale de Lille).

Les statisticiens sont de plus en plus fréquemment confrontés à de grands jeux de données. Grands par le volume, mais aussi par le fait que la dimension des données à traiter est du même ordre que la taille de l'échantillon disponible. Cette dernière caractéristique affaiblit substantiellement la portée des procédures statistiques habituelles. Des problèmes aussi classiques que l'estimation de matrices de covariance, de filtres prédicteurs, d'analyse d'estimateurs de type sous-espace, ou de détection de signal dans du bruit, doivent être revisités. Cette problématique, fréquente dans les domaines du traitement du signal et de l'image ainsi que des communications numériques, a fait l'objet ces dernières années de nombreux travaux, ayant abouti à des résultats mal diffusés dans la communauté.

Cette Action a plusieurs objectifs : accompagner le développement actuellement rapide de l'estimation et de la détection en grande dimension sur certains aspects clairement identifiés ; en informer la communauté ISIS ; faciliter l'accès aux outils utilisés (théorie des matrices aléatoires, estimation de grandes matrices de covariance par seuillage/pondérations,...) et organiser des séances tutorielles ; identifier les besoins spécifiques de la communauté et l'expertise présente, enfin susciter des interactions entre statisticiens, probabilistes, et spécialistes du traitement du signal et des communications numériques. Les aspects communs et complémentaires avec d'autres thématiques comme la représentation parcimonieuse seront abordés.

Cette action a organisé une journée :

Journée 1. Estimation et traitement statistique en grande dimension (16 mai 2013)
Organisée par Jamal Najim (CR CNRS, IGM, Marnes-la-Vallée), Romain Couillet (MCF, Supélec), Emmanuel Duflos (PU, École Centrale de Lille).
Les méthodes modernes d'acquisition de données engendrent souvent des jeux de données de grande dimension, qui nécessitent un traitement statistique approprié. L'objectif de la journée est d'exposer des résultats récents sur cette thématique.
Exposés invités : Philippe Loubaton (université Paris Est) « Grandes matrices aléatoires et traitement statistique du signal » ; Arnak Dalalyan (ENSAE) « Learning Heteroscedastic Models by Convex Programming under Group Sparsity » ; Alexandre d'Aspremont (École Polytechnique) « Phase Recovery, MaxCut and Complex Semidefinite Programming » ; Michael Jordan (University of California, Berkeley) « Inférence Statistique pour *Big Data* ».

5. **Action *Signaux & Images sur graphes***
Dates(s): novembre 2013 (GDR Phénix).
Animée par Pierre Borgnat (CR CNRS, Laboratoire de Physique, ENS de Lyon), Cédric Richard (PU 61, Laboratoire Lagrange, Nice).

Cette Action s'intéresse aux zones de rencontre entre le traitement des signaux et des images et les études des graphes et réseaux. Dans de nombreux contextes d'application, les données sont naturellement réparties sur un réseau (par exemple réseaux

de capteurs, de neurones, de gènes, d'ordinateurs, de transport ou même de contacts sociaux, etc.), et leur analyse requiert de développer ces deux approches. D'autres approches proposent de décrire des signaux ou des images via une structure de graphes, par exemple par des modèles graphiques ou en reconstruisant sous forme de graphe la topologie d'une variété non euclidienne contenant des données.

Toutes ses approches se révèlent intéressantes et complémentaires : la description des mesures ayant des structures topologiques qui s'éloignent des situations simples (données sur des variétés non convexes ou irrégulières, données en nuage de points ou de vecteurs, modèles graphiques de processus aléatoires, etc.) peut en effet être appréhendée à l'aide de représentation par graphes. La caractérisation de ces réseaux complexes nécessite le développement de méthodes adaptées telles que mesures d'entropie, de forme, opérations de classification, mesures de circulation de l'information, etc. Plus généralement, les méthodes de traitement des signaux ou des images sur graphe autant que des traitements des graphes eux-mêmes attirent une nouvelle activité. Par la suite, l'utilisation de ces outils sur des réseaux de grandes tailles, pour résoudre des problèmes inverses, ou pour capturer des propriétés non triviales telles que des connectivités à longue portée ou des invariances d'échelles constitue un enjeu actuel qui pourra être exploré en lien avec les autres Actions de ce thème.

Cette action a organisé une journée : Analyse et inférence pour les réseaux (2013-11-25) avec le GDR Phénix.

Journée 1. Analyse et inférence pour les réseaux (25 novembre 2013) Organisée par Pierre Borgnat (CNRS, LPENSL, ENS de Lyon) et Lenka Zdeborova (CNRS, Institut de Physique Theorique, CEA/Saclay) en collaboration avec le GDR Phénix.

Un objectif est de se faire rencontrer les communautés en physique statistique, traitement du signal et informatique qui travaillent sur une telle problématique. La journée a un accent plus marqué vers les approches distribuées dans les réseaux, mais sans se limiter à cela. Des présentations de travaux par poster ont été mis en place en plus de 6 conférences invitées.

Exposés invités : Pascal Bianchi (LTCI, Telecom ParisTech), « Optimisation distribuée dans les réseaux d'agents » ; Florent Krzakala (LPCT, ESPCI), « Inference, belief propagation, and the spectral redemption » ; Marc Lelarge (INRIA, projet DYOGENE, ENS), « Reconstruction in the Generalized Stochastic Block Model » ; Rémi Monasson (LPT, CNRS, ENS), « Modèles graphiques de l'activité concertée d'une population de neurone et mémorisation chez le rat » ; Pierre Chainais (LAGIS, projet SequeL, EC Lille), « Learning a common dictionary over a sensor network » ; Fabrice Rossi (SAMM, Université Paris 1), « Temporal interaction networks ».

3.2 Activités de janvier 2013 à décembre 2014

3.2.1 Journées thématiques du thème A (hors Actions)

1. **Journée Décompositions tensorielles et applications**
   Date: 16 janvier 2013.
   Organisée par Laurent Albera (LTSI, Université de Rennes 1) et David Brie (CRAN, Université de Lorraine)..

   Il existe au moins deux manières d'étendre la SVD au cas de tenseurs (i.e. tableaux à plus de deux entrées) : la décomposition de Tucker3 et la décomposition Canonique

Polyadique (CP). Tandis que cette dernière permet de définir la notion de rang tensoriel et possède de bonne propriété en termes d'unicité, la decomposition de Tucker offre l'intérêt de permettre une meilleure adaptation aux données. Les décompositions tensorielles ont aujourd'hui des applications dans des domaines aussi variés que la psychométrie, la chimiométrie, la fouille de données, le génie biomédical, le traitement de signaux audio et les télécommunications. Ces décompositions permettent de prendre en compte explicitement l'aspect multidimensionnel des données offrant ainsi une alternative efficace aux approches matricielles d'analyse de données multidimensionnelles.

L'objectif de cette réunion est de faire le point sur les avancés méthodologiques récentes, les apports sur le plan applicatif et les problèmes ouverts.

Exposé tutoriel : Pierre Comon (CNRS, GIPSA-lab, Grenoble), Décompositions tensorielles et applications ; Sabine van Huffel (KU Leuven), The power of tensor algebra in medical diagnostic.

2. **Journée Apport des théories de l'incertain en fusion d'informations**
   Date: 3 octobre 2013.
   Organisée par Didier Coquin (Univ. Savoie), Thierry Denoeux (UTC).

   Les systèmes de fusion de données sont maintenant largement utilisés dans divers domaines comme par exemple les systèmes intelligents, les réseaux de capteurs et la robotique. La fusion de données multi-capteurs est une technologie qui permet de combiner des renseignements provenant de plusieurs sources afin de former une information de meilleure qualité. Mais certains problèmes rendent la fusion de données encore délicate. La majorité de ces problèmes découle de la nature des données à fusionner, de leurs imperfections et de la diversité des technologies des capteurs.

   La gestion des imperfections des données est une partie intégrante de la fonction même de perception du système. Ces imperfections proviennent des capteurs, des datations pas toujours précises ni synchrones, de la dynamique de la scène observée (occultations, flou, déplacements). Il convient de maîtriser les imperfections et incertitudes associées, depuis l'acquisition des informations jusqu'au niveau de la prise de décision. Les méthodes de fusion de données permettent d'augmenter la connaissance sur l'état du système en tirant profit de la complémentarité des capteurs, d'améliorer la précision des estimations en exploitant la redondance des données et de gérer l'incertitude lors de la combinaison d'informations qui seront utilisées dans le processus de décision. La redondance peut provenir de l'utilisation de plusieurs sources d'information ou de la connaissance de l'évolution du système dans le temps.

   Pour résoudre ces problèmes différentes techniques et méthodologies de fusion existent. Ces dernières s'appuient sur des théories capables de manipuler, de représenter et de propager des incertitudes et/ou des imprécisions inhérentes aux informations fournies par les capteurs. On peut citer parmi ces formalismes les approches ensemblistes ainsi que les théories des possibilités, des probabilités imprécises et des fonctions de croyances.

   L'objectif de cette journée est de faire un bilan des différentes méthodes qui existent et celles qui sont mises en œuvre dans les applications.

   Exposés invités : Véronique Cherfaoui (Heudiasyc - UTC), la gestion des incertitudes et la fusion de données de capteurs : application aux véhicules intelligent ; Jean-François Grandin (Thales), Systèmes multi-capteurs et multi-plateformes.

3. **Journée Problèmes inverses : approches myopes/aveugles, semi/non supervisées**
   Date: 6 novembre 2014.
   Organisée par Nicolas Dobigeon (IRIT, Toulouse), Jean-François Giovannelli (IMS, Bordeaux), Eric Thiébaut (CRAL, Lyon).

   Cette journée est consacrée aux récentes avancées dans la résolution de problèmes inverses. Plus spécifiquement, l'accent est mis sur deux problématiques majeures. Un objectif de la réunion est d'aborder les cadres d'étude myopes et aveugles, c'est-à-dire lorsque l'opérateur d'acquisition (e.g., réponse instrumentale) est partiellement ou totalement inconnu. Par ailleurs, un intérêt particulier est porté aux approches semi- et non-supervisées, qui permettent de s'affranchir ou d'estimer les hyperparamètres du modèle sous-jacent.

   Exposés invités : Christine de Mol, Université Libre de Bruxelles, Inversion aveugle et positivité ; Lionel Moisan, Université Paris Descartes, Utilisation de la cohérence de phase pour la déconvolution aveugle d'images ; Laurent Mugnier, ONERA, Restauration myope et identification de réponse instrument en imagerie optique à haute résolution : 2 problématiques, 2 approches, 4 possibilités.

3.2.2 Journées Transversales inter thèmes

1. **Journée Transmission Optique Sans-fil : problématiques et nouvelles avancées**
   Date: 7 juin 2013.
   Organisée par M.A. Khalighi (Institut Fresnel), B. Fracasso (Télécom Bretagne), S. Sahuguède (XLIM).

   Cette journée organisée par les thèmes A et D est consacrée aux dernières avancées dans le domaine des communications optiques sans-fil (OWC, Optical Wireless Communications).

   Ces dernières offrent des avantages techniques et opérationnels indéniables tels que : très forte bande-passante, robustesse aux interférences électromagnétiques, très grand confinement spatial permettant une réutilisation illimitée du spectre, sécurité inhérente, efficacité énergétique, absence de réglementation sur l'utilisation du spectre ou encore disponibilité et coût de composants largement utilisés dans les technologies de communications optique. En outre, les systèmes OWC peuvent être appliqués à une large gamme d'applications parmi lesquelles : liaisons LAN « outdoor », liaisons domestiques « indoor », télésurveillance indoor, réseaux de capteurs, éclairage intelligent (VLC), liaisons satellites, plates-formes d'altitude, communications sous-marines, liaisons sans-fil entre puces, cartes et calculateurs.

   L'objectif de cette journée est d'aborder les thématiques de recherche les plus récentes sur les systèmes OWC, notamment celles liées aux traitements de la couche physique de transmission.

   Exposés tutoriaux : Z. Ghassemlooy (Northumbria University), Optical Wireless Communications - an overview ; M.A. Khalighi (Institut Fresnel), Outdoor FSO links : principles, limitations, and adverse channel effects ; S. Sahuguède (XLIM), B. Fracasso (Télécom Bretagne), Optical indoor communications : from healthcare monitoring to high-speed networks.

2. **Journée Traitement du signal de données à valeurs complexes**
   Date: 12 juin 2013.
   Organisée par Sandrine Anthoine (CNRS, LATP, Marseille), Caroline Chaux (CNRS,

LATP, Marseille), Valentin Emiya (LIF, CNRS, Marseille), Clothilde Mélot (CMI, Marseille) Frédéric Richard (CMI, Marseille).

L'objectif de cette réunion est de présenter des approches, modèles et algorithmes permettant de traiter, de manière spécifique, les données à valeurs complexes.

Un certain nombre de données peut naturellement présenter des valeurs complexes : imagerie IRM, térahertz, données sismiques, sonar ou radar à synthèse d'ouverture (RSO), par exemple. Une représentation complexe peut également enrichir des données initialement réelles (transformée de Hilbert et signal analytique, transformée de Fourier à court terme, transformées en ondelettes complexes ou en arbre dual) et produire des coefficients à valeur complexe.

Les modélisations mathématiques des problématiques associées à ces types de données ont entrainé le développement de nouvelles techniques de traitement. C'est le cas de celles associées à la factorisation de matrices non négatives (NMF), à l'estimation de phase, ou encore aux techniques d'optimisation convexe étendues au cadre complexe.

En complément d'aspects plus théoriques, cette réunion permettra également de présenter des aspects applicatifs dans lesquels ces techniques sont utilisées.

Exposés : Anaik Olivero, « Inférence bayésienne variationnelle pour la reconstruction des phases » ; Cédric Févotte, « Itakura-Saito NMF : un modèle probabiliste à facteurs latents pour la transformée de Fourier court-terme » ; Antoine Liutkus, « Transmission de champs optiques complexes à travers des milieux opaques : calibration et inversion » ; Antoine Roueff, « Analyse d'images SAR polarimétriques interférométriques compactes pour l'estimation de la hauteur de végétation avec le modèle RVoG » ; Emilie Chouzenoux, « Algorithme de majoration-minimisation pour les fonctions à valeurs complexes. Application à l'Imagerie par Résonance Magnétique parallèle » ; Marianne Clausel, « Le synchrosqueezing bidimensionel : un outil pour l'analyse de textures localement parallèles ».

3. **Journée Co-conception de systèmes hybrides : quand l'instrumentation et les traitements numériques se rencontrent**
   Date: 31 octobre 2014.
   Organisée par Pauline Trouvé (Onera), Matthieu Boffety (IOGS), Mauricio Delbracio (ENS-Cachan), Andrés Almansa (Télécom Paris).

   L'objectif de cette réunion était de renouveler la journée du GDR ISIS ayant eu lieu en 2013 sur le thème des nouvelles approches de conception de nouveaux systèmes d'acquisition pour lesquels le dispositif d'imagerie, de détection ou de mesure est fortement associé aux traitements numériques. En effet, dans de nombreux domaines, tels que la photographie numérique, la microscopie, l'astronomie ou l'imagerie radar, de nouveaux dispositifs d'acquisition sont développés pour dépasser les performances des systèmes traditionnels, en termes de qualité de signal, d'encombrement, ou pour leur ajouter de nouvelles fonctionnalités. Le principe est d'utiliser un dispositif d'acquisition, autrement dit un instrument, qui favorise l'efficacité des traitements, quitte à dégrader la qualité du signal brut en sortie du détecteur. Ceci donne lieu au développement de nouveaux systèmes « non conventionnels »ou « hybrides », pour lesquels l'instrument et les traitements sont indissociables. L'enjeu principal de la conception de ces nouveaux systèmes est alors d'optimiser simultanément les paramètres de l'instrument et des traitements. On parle alors de conception conjointe ou co-conception. Cette nouvelle approche repose alors sur : (1) la définition de nouveaux critères de conception

caractérisant la performance globale du système en lien avec sa fonctionnalité, (2) l'utilisation de ces critères pour optimiser conjointement les paramètres de l'instrument et des traitements.

Plusieurs thématiques entrent dans le cadre de cette journée : les nouvelles technologies (optique, détecteur, etc.) qui favorisent les traitements, les traitements associés à ces nouvelles solutions, la modélisation globale de la performance des systèmes, en lien avec leurs fonctionnalités, l'optimisation conjointe des paramètres d'un système pour une fonctionnalité donnée. Par rapport à la première édition, cette journée a été étendue également au GDR MIA et elle compte à présent quatre organisateurs. La réunion s'est déroulée sur une journée dans les locaux de l'école Telecom ParisTech autour de deux sessions thématiques : (a) la conception de nouveaux instruments et de nouveaux traitements non conventionnels et (b) les modèles de performance et l'optimisation de systèmes.

Ces sessions ont regroupé 7 interventions orales ainsi qu'une session poster avec 6 contributions. La date de la journée a été choisie afin que la journée suive la conférence ICIP (Internation Conf. on Image Processing), organisée à Paris. Ceci a permis de contacter et de faire venir des orateurs internationaux. Ainsi, deux chercheurs ont accepté de présenter leurs travaux en session invitées : Y. Tendero de l'UCLA (The coded exposure method : model, theory and algorithm) et P. Milanfar (Computational Imaging : From Photons to Photos) de Google ainsi qu'en session plénière : M. Ziegler (Depth, stereo and focus with sparse camera arrays) du IIS Fraunhofer.

4. **Journée Représentations parcimonieuses, échantillonnage compressé et imagerie médicale**
   Date: 19 novembre 2014.
   Organisée par Adrian Basarab (IRIT), Olivier Bernard (CREATIS), Denis Friboulet (CREATIS), Rémi Gribonval (Inria Rennes), Denis Kouamé (IRIT), Hervé Liebgott (CREATIS), Gilles Puy (Inria Rennes).

   Journée organisée conjointement par les GDR STIC SANTE, GDR ISIS et Labex PRIMES. Les représentations parcimonieuses et l'échantillonnage compressé sont des sujets sur lesquels il existe aujourd'hui des recherches très actives. En particulier, dans le domaine de l'imagerie médicale, ils ont rencontré un important succès dans certaines modalités comme l'IRM, ce qui a motivé divers travaux dans les autres modalités d'imagerie biomédicale. L'objectif de cette journée commune aux GDR STIC-Santé / ISIS et Labex PRIMES est de refaire le point à la fois sur les avancées méthodologiques récentes, les apports sur le plan applicatif en imagerie biomédicale, et les problèmes ouverts.

   Exposés invités : Mike Davies - Compressed Quantitative MRI ; Laurent Jacques - Observing the transparency : compressive optical deflectometry and refractive index imaging ; Matthieu Kowalski - A sparse synthesis approach in inverse problems with application to M/EEG.

3.2.3 Journées Inter GDR

1. **Journée Outils et méthodes en traitement des signaux électromyographiques**
   Date: 21 mai 2013.
   Organisée par Philippe Ravier & Olivier Buttelli (laboratoire PRISME, université d'Orléans), Elodie Lalo (équipe de Marie Vidailhet, Centre de Recherche de l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière, UPMC/INSERM/CNRS).

Actuellement, plusieurs laboratoires travaillent en France sur l'analyse de l'activité électromyographique pour différentes applications. Ces travaux tendent à améliorer l'extraction d'informations concernant la commande neuromusculaire et l'environnement de travail de ce système. Ces thématiques trouvent leur intérêt, tant dans la communauté scientifique signal (nouveaux défis en estimation de délais variables, séparation de sources, classification) que dans la communauté de la santé au sens large (maladies neuro-dégénératives, ergonomie, activités physiques, commande de prothèses).

L'objectif de cette journée est de se faire rencontrer les différents acteurs afin d'échanger sur les expertises développées, voire engager de nouvelles collaborations.

Exposés invités : Roberto Merletti (Director of the Lab. for Engineering of the Neuromuscular System (LISiN), Politecnico di Torino, Italy), Surface electromyography : half a century of research ; Pascal Madeleine (Sensory Motor Interaction Institute, Université d'Aalborg, Danemark), Outils d'analyses non linéaires des signaux électromyographiques de surface.

2. **Journée Journée Thématique Interface-Cerveau Machine**
   Date: 2013-06-27.
   Organisée par Alain Rakotomamonjy (Univ. Rouen), Nadine Vigouroux (IRIT, Toulouse), Guy Carrault (Univ. Rennes 1).

   Cette journée thématique est organisée conjointement par le GDR ISIS, Thème A et le GDR Stic-Santé.

   Si le concept de BCI est né il y a plus de quarante ans, les premiers résultats expérimentaux sont apparus plus récemment et les applications concrètes commencent à se dessiner. L'objectif de cette journée (qui s'inscrit donc dans la continuité de la précédente organisée par le GDR-STIC santé, INRIA-Jalons, l'équipe TAO du LRI, INRIA Italie (place d'), le CNRS et l'AFIA le 20 Mai 2010) est une excellente occasion de procéder à un bilan de ces deux dernières années sur les BCI, de tenter de montrer des systèmes fonctionnels et également d'effectuer un bilan d'évaluation des systèmes expérimentés. Ces évaluations font naître de nouveaux problèmes qu'il conviendra de préciser (impact sur la modélisation, disponibilité des données, apprentissage, application temps réel, filtrage). C'est aussi une excellente occasion de présenter les nouveaux développements dans ce sens en signal, modèle, etc. Le programme de la journée permet de donner une idée large du domaine, des enjeux, de ce qui a été fait et des travaux en cours.

   Exposés invités : F. Cabestaing (Lille), pour un panorama des recherches sur le BCI sur ces dix dernières années ; M. Clerc (INRIA-Sophia), Apprentissage par renforcement pour le BCI.

3. **Journée Acquisition/Echantillonnage comprimé : quelles réalisations/applications pratiques ?**
   Date: 2014-09-12.
   Organisée par Patricia Desgreys (LTCI/IMT/Télécom ParisTech) et Laurent Daudet (Institut Langevin / Université Paris Diderot).

   Cette journée thématique organisée conjointement par les GDR ISIS et SoC-SiP est consacrée aux applications concrètes des travaux dans le domaine de l'acquisition comprimée (ou Compressed Sensing, CS) depuis que le concept a été défini par E. Candes et D. Donoho en 2004. Cette théorie montre que la plupart des signaux (à représentation parcimonieuse dans une base élémentaire) peuvent être échantillonnés linéairement

avec un taux d'échantillonnage très faible (proportionnel à leur parcimonie). Ainsi le CS permet d'acquérir une information avec un nombre réduit d'observations, potentiellement bien moindre que selon les critères de Shannon-Nyquist.

Depuis ces publications fondatrices, l'acquisition comprimée a été très étudiée, particulièrement pour le choix des bases de projection et l'optimisation des algorithmes de reconstruction. Concrètement le CS peut être utilisé pour réduire la complexité et la consommation dans un grand nombre de domaine d'applications : radio-intelligente, acquisition d'ondes acoustiques ou optiques, acquisition de signaux médicaux. Plus récemment, des réalisations physiques illustrant les principes de l'acquisition comprimée ont été publiées pour la conversion analogique à information (A2I), l'acquisition de signaux radio, ou l'imagerie. Nous proposons, lors de cette journée, de faire un bilan des applications concrètes visées par le CS, des premières réalisations et de leurs performances.

Exposés invités : C. Studer (Cornell University) and Qiuting Huang (ETH Zurich), Analog-to-Information Converters : From Applications to Circuits ; Laurent Jacques (UC Louvain), Optique et acquisition comprimée : déflectométrie schlieren compressive et reconstruction de cartes d'indice de réfraction.

4 Thème B : Image et vision
DSA : François Goudail (PR 63, Institut d'optique , Palaiseau), Frédéric Devernay (CR INRIA LIG, Grenoble), Ludovic Macaire (PR 61, Laboratoire CRISTAL, Lille), Jenny Benois Pineau (PR 27, LABRI, Bordeaux)

4.1 Axe 1 : physique, capteurs, traitements

Aujourd'hui, un imageur n'est plus simplement un instrument mais un système complet. Les méthodes de traitement d'images sont parties intégrantes de ces systèmes et doivent donc être développées en interaction avec les "thématiciens", utilisateurs des informations (physiciens, biologistes et médecins, spécialistes de l'environnement, ...) et les concepteurs de systèmes d'imagerie.

L'objectif de cet axe est de favoriser cette interaction, dans le but d'améliorer l'efficacité globale des systèmes d'imagerie. Il peut s'agir de prendre en compte la physique des scènes observées et les propriétés des capteurs pour améliorer l'extraction d'information à partir des images, ou, d'une manière plus innovante, de concevoir les algorithmes de traitement des images conjointement avec le système d'imagerie.

Cet axe est de nature pluridisciplinaire, à l'interface entre la physique, les mathématiques appliquées et le traitement d'image. Il est commun avec le GDR Ondes (qui comprend un groupe thématique du même nom), ce qui marque une volonté forte des deux GDR de fédérer leurs communautés autour de cet enjeu stratégique. Les activités de l'axe 1 s'articulent autour des deux actions suivantes.

- **Extraction d'information et physique des images**.

  L'objectif de cette action est de promouvoir les approches où le système d'imagerie et le traitement d'images sont développés de manière conjointe afin d'optimiser le système global. Dans ce but, il convient de susciter un dialogue et des collaborations toujours plus étroits entre les physiciens concepteurs de systèmes d'imagerie et les spécialistes du traitement d'images.

- **Images et télédétection**.

  L'objectif de cette action est de créer des liens entre les équipes de traitement d'images de télédétection et d'organiser des journées sur des thèmes liés aux spécificités des données de télédétection, aux méthodologies propres à l'observation de la Terre, ou à l'émergence de besoins applicatifs. Cette action est développée en partenariat avec le Centre de Compétences Techniques Traitement du Signal et des Images du CNES (CCT TSI) qui traite du même sujet, l'idée étant de regrouper les laboratoires de recherche et les industriels du domaine.

4.2 Axe 2 : vision, géométrie 3D, mouvement

Cet axe s'intéresse à l'analyse de scènes statiques ou en mouvement à partir d'imagerie optique. Les images sont issues le plus souvent de la photographie numérique, de caméras vidéo, ou de séquences de films de cinéma, mais peuvent également êtres issues de caméras dont la géométrie est non-standard (caméras catadioptriques, caméras plénoptiques ou light-field, caméras à ouverture codée ou programmable, ...).

Les scènes étudiées comportent toutes les difficultés liées aux images naturelles, notamment en termes de photométrie (illumination complexe, matériaux de réflectance inconnue), de géométrie (objets articulés ou déformables, systèmes optiques complexes), et de visibilité (occultations partielles, transparences).

Les objectifs des méthodes déployées s'expriment le plus souvent en termes de temps d'exécution (par exemple à cadence vidéo pour la localisation à partir d'images, le suivi ou la reconnaissance d'actions), de précision (par exemple par comparaison d'une reconstruction 3D avec une vérité terrain), ou sur d'autres critères comme la qualité subjective du rendu pour les méthodes de rendu photo-réaliste à partir d'images (voir action Qualité, images, vidéos et données 3D de l'axe 3. Ces méthodes ont subi ces dernières années des mutations importantes qui ont nécessité d'intégrer des techniques aussi variées que le calcul intensif et distribué, le traitement de masses de données, la synthèse d'images photo-réalistes, la manipulation d'objets de géométrie complexe, ou l'apprentissage, qui sont traitées au sein du GDR ISIS ou dans d'autres GDR (IG, Vision). D'autre part, l'évolution des architectures (notamment GPU) et de la puissance de calcul a permis de développer ces dernières années des méthodes dans lesquelles l'interactivité prend une place de plus en plus importante.

Trois journées thématiques ont été organisées depuis décembre 2012 dans cet axe, regroupant chacune de 50 à 80 participants.

4.3 Axe 3 : systèmes de vision, perception et connaissance

Les acteurs de l'axe 3 se focalisent sur l'imagerie couleur au sens large du terme et sur l'estimation de la qualité des images et des vidéos. Les avancées méthodologiques dans ce domaine passent notamment par l'utilisation de méthodes d'apprentissage statistique afin d'analyser des masses d'images acquises dans des conditions non contrôlées. Ceci permet de répondre à des problèmes de reconnaissance d'objets et d'évaluation de la qualité des images sans référence. Les outils privilégiés par ce thème sont la représentation par graphes, les algèbres vectoriels adaptés aux images multi-variées ainsi que les outils morphologiques qui s'appuient sur de nouvelles relations d'ordre. L'une des caractéristiques de cet axe est l'intégration de l'observateur dans la chaîne de traitements et d'évaluation de la qualité des images. Par conséquent, la notion de saillance visuelle est actuellement étudiée afin d'évaluer la qualité de transmission et/ou compression des images. Les acti-

vités de l'axe 3 s'articulent autour des deux thématiques suivantes, qui correspondent à deux Actions :

- **Combinaison de la couleur avec d'autres modalités**

  Les dispositifs multi-modaux concernés sont notamment l'imagerie multi-spectrale en champ proche et ceux couplant l'information couleur avec l'information de profondeur. Le caractère complémentaire de la profondeur et de l'information visuelle (RGB) fournies par ces dispositifs offre de nouvelles solutions potentielles aux problèmes classiques de la vision par ordinateur. Les problématiques mises en jeu portent principalement sur le traitement des données vectorielles et l'interaction entre modèles mathématiques et perceptuels.

- **Evaluation de la qualité des images, des vidéos et des données 3D**

  Les domaines d'application visés par cette action sont l'imagerie à grande gamme dynamique (High Dynamic Range Imaging ou HDRI), les dispositifs d'affichage d'images 3D basés notamment sur des procédés stéréo, la métrologie et le contrôle qualité non destructif. Les problématiques et enjeux concernent les métriques, les protocoles d'évaluation et la qualité d'expérience. L'exploitation de la saillance visuelle permet d'intégrer l'observateur aux systèmes d'évaluation de la qualité des images et vidéos.

4.4 Axe 4 : recherche d'informations et masses de données image et vidéo

Les objectifs scientifiques de cet axe sont la compréhension et de l'interprétation du contenu des masses d'images et de vidéos, en développant des outils méthodologiques qui prennent en compte les nouvelles dimensions des grandes masses de données et leur hétérogénéité. L'objectif est également de faire coopérer les outils d'analyse et de classification des contenus visuels complexes afin de réduire le fossé sémantique entre l'interprétation de ces informations proches du signal et l'identification des concepts dits de « haut niveau ». Par ailleurs, la diversification des domaines d'application, notamment la forte croissance de la demande sociétale en analyse, compréhension et recherche d'information médicale ont demandé une collaboration pluridisciplinaire avec notamment le GDR STIC-Santé. Ici il s'agit d'adapter des méthodes de description du contenu/analyse et indexation aux spécificités des différentes modalités des images médicales.

4.5 Activités de janvier 2013 à décembre 2014

4.5.1 Thème B, axe 1

1. **Action *Extraction d'information et physique des images***
   Dates(s): mars 2013, novembre 2014, mars 2014, octobre 2014.
   Animée par Matthieu Boffety, Julien Fade, Corinne Fournier.

   Une activité régulière de l'axe 1 est l'organisation, chaque année, des journées d'imagerie optique non-conventionnelles. Le domaine de l'imagerie optique "non conventionnelle" se situe au carrefour de plusieurs disciplines : la physique, la conception de systèmes et le traitement des images. L'objectif de ces journées est de réunir les chercheurs et les ingénieurs de ces différents domaines dans le but de concevoir des systèmes d'imagerie innovants et d'évaluer leurs applications potentielles.

   En 2013 et 2014, nous avons également organisé des journées plus spécialisées sur la co-conception de systèmes d'imagerie, qui rencontrent un succès croissant.

Journée 1. Journées d'imagerie optique non-conventionnelle, 8° édition (19-20 mars 2013) Organisée par François Goudail, Vincent Devlaminck.
La réunion s'est déroulée sur deux jours et comportait plusieurs sessions thématiques : co-conception, imagerie et information, optique et acoustique, microscopie, imagerie de polarisation, ainsi qu'un session poster. Elle a réuni 85 participants venant de laboratoires et d'entreprises.

Journée 2. Co-conception de systèmes hybrides (22 novembre 2013) Organisée par Pauline Trouvé, Matthieu Boffety, Mauricio Delbracio.
L'objectif de cette réunion était de discuter des nouvelles approches de conception de systèmes d'acquisition pour lesquels le dispositif d'imagerie, de détection ou de mesure est fortement associé aux traitements numériques. L'enjeu principal de la conception de ces nouveaux systèmes est d'optimiser simultanément les paramètres de l'instrument et des traitements. On parle alors de conception conjointe ou co-conception. Cette nouvelle approche repose sur la définition de nouveaux critères de conception caractérisant la performance globale du système en lien avec sa fonctionnalité et l'utilisation de ces critères pour optimiser conjointement les paramètres de l'instrument et les traitements.
La réunion s'est articulée autour de trois sessions thématiques : conception de nouveaux instruments et de nouveaux traitements, modèles de performance, optimisation de systèmes. Elle a réuni 44 participants.

Journée 3. Journées d'imagerie optique non-conventionnelle , 9° édition (19-20 mars 2014) Organisée par Matthieu Boffety, Julien Fade, Corinne Fournier.
La réunion s'est déroulée sur deux jours. Elle comprenait plusieurs sessions thématiques : imagerie hautes énergies, tomographie et holographie, problèmes inverses, nouveaux concepts en imagerie, imagerie multi- et hyperspectrale ainsi qu'une session poster. Elle a réuni 122 participants autour de 26 contributions orales et 20 posters. Les participants venaient de laboratoires français et étrangers et d'entreprises.

Journée 4. Co-conception de systèmes hybrides : quand l'instrumentation et les traitements numériques se rencontrent (31 octobre 2014) Organisée par Pauline Trouvé, Matthieu Boffety, Mauricio Delbracio, Andrés Almansa.
Devant le succès de l'édition 2013, nous avons décidé d'organiser une deuxième journée sur ce thème en 2014, en collaboration avec les thèmes A et C du GDR ISIS. Elle comprenait les sessions thématiques suivantes : modèles de performance et optimisation, instruments et traitements numériques non-conventionnels, ainsi qu'une session posters. Elle a réuni 51 participants et a accueilli deux orateurs invités étangers : Peyman Milanfar (University of California - Google) et Yoan Tendero (UCLA).

2. Action *Images et télédétection*
Dates(s): avril 2014.
Animée par Emmanuel Trouvé, Florence Tupin, Stéphane May.

Le traitement d'images de télédétection regroupe un large champ d'activités, tant au niveau méthodes qu'au niveau applicatif. L'objectif de cette action est de réunir les acteurs de la communauté autour de thèmes particulièrement actifs.

Journée 1. Fusion des données en télédétection (10 avril 2014) Organisée par Florence Tupin, Emmanuel Trouvé, Stéphane May.

Sur le thème général de la fusion de données de télédétection, la journée a été décomposée en trois parties : fusion de données provenant de différents capteurs, fusion de données de télédétection et de données exogènes, méthodes de fusion d'information à partir d'une seule image ou de plusieurs images issues d'un même capteur.

Cette journée a permis de mettre en évidence la multiplicité des thématiques que peut recouvrir le terme de "fusion" lorsqu'il s'agit de données de télédétection, aussi bien au niveau des données manipulées que des méthodes exploitées. La prolifération et la fréquence temporelle d'acquisition des capteurs aussi bien optique que radar soulèvent des problématiques importantes sur leur combinaison pour le stockage, la mise à jour et l'extraction de l'information pertinente.

4.5.2 Thème B, axe 2

1. **Action *Vision 3D***
   Dates(s): février 2014.
   Animée par Adrien Bartoli (Professeur, ISIT UMR 6284, Clermont-Ferrand), Frédéric Devernay (LIG, UMR 5217, Grenoble).

   Cette action concerne les liens entre vision par ordinateur et géométrie, notamment :

   - Le problème de localisation et cartographie simultanées (SLAM) à partir de vision, notamment en environnement dynamique (Optique, RGB+Z...)
   - Le suivi et la localisation 3D d'objets articulés et déformables
   - La métrologie (géométrie et photométrie)
   - Les caméras non standard (systèmes catadioptriques, « computational photography ») : aspects géométriques (avec l'axe 1)

   Journée 1. Analyse conjointe des images RGB-Depth (Février 2014) Organisée par Frédéric Devernay (axe 2) et Ludovic Macaire (axe 3), Journée conjointe avec l'axe 3 (description plus loin).

2. **Action *Visage, geste, action et comportement***
   Dates(s): octobre 2013, décembre 2014.
   Animée par Catherine Achard (Maitre de Conférences, ISIR UMR 7222, Paris), Patrick Horain (Maitre de Conférences, TELECOM SudParis, Evry), Rémi Ronfard (CR INRIA, LJK UMR 5224, Grenoble).

   Cette action concerne l'extraction du mouvement humain (visage, mains, corps, gestes) à partir de séquences vidéo, et son analyse à plus haut niveau (tâches, comportement), notamment pour des applications interactives ou de surveillance.

   Journée 1. Atelier scientifique sur l'Emotion (Octobre 2013) Organisée par Emmanuel Dellandréa (École Centrale de Lyon), Rémi Ronfard (INRIA/LJK), Catherine Achard (UPMC), Raphaëlle Chaine (LIRIS), Christel Chamaret (Technicolor), Christophe Ducottet (Télécom Saint-Étienne), Patrick Horain (Télécom Sud Paris), Patrick Lambert (Univ. Savoie).
   Cette journée a été organisée à Lyon dans le cadre du projet régional LIMA2, soutenue par le pôle de compétitivité Imaginove et le GDR ISIS (action

"Visage, geste, action et comportement"). Son but était d'offrir l'opportunité d'échanges sous forme d'exposés et de discussions entre des chercheurs de différentes communautés (informaticiens, cogniticiens, psychologues, physiologues, ...) travaillant sur l'émotion à partir de différents media et/ou modalités (son, image, vidéo, visage, ...), cette thématique étant aujourd'hui difficile à aborder de part la méconnaissance des mécanismes humains mis en oeuvre. L'atelier était composé d'exposés invités (Gérard Bailly (Gipsa-lab), Philippe Guillotel (Technicolor), Marc Mehu (NCCR Affective Sciences, Genève), Catherine Pelachaud (LTCI)) et de contributions autour des thèmes proposés.

Journée 2. Analyse par vision artificielle de l'être humain (Décembre 2014) Organisée par Patrick Horain (Télécom Sud Paris), Catherine Achard (UPMC), Rémi Ronfard (INRIA/LJK).
Cette journée faisait suite à la conférence IEEE Intelligent Human Computer Interaction (IHCI 2014), et couvrait l'ensemble des thèmes de l'action.

4.5.3 Thème B, axe 3

Les acteurs de l'axe 3 se focalisent sur deux actions touchant à l'imagerie couleur au sens large du terme et à l'estimation de la qualité des images et des vidéos. Par ailleurs, deux réunions sur le contrôle qualité au moyen de la mesure dimensionnelle par vision ont été organisées en marge des deux actions.

1. **Action *Couleur et dispositifs multimodaux***
   Dates(s): mars 2013 et février 2014 (avec axe 2).
   Animée par Philippe Carré, Olivier Lezoray, Alamin Mansouri et Frédéric Morain-Nicolier.

   Cette action qui se concentre sur la combinaison de la couleur avec d'autres modalités pour améliorer les performances des traitements, ont organisé deux journées. La prochaine réunion sur les outils mathématiques pour l'analyse des images couleur et multi-spectrales est prévue pour 2015.

   Journée 1. Modélisation et similarités des images Multicomposantes, outils mathématiques et perceptuels (mars 2013) Organisée par Frédéric Morain-Nicolier et Philippe Carré.
   L'objectif de cette journée concerne la modélisation des images pour les comparer. Les présentations ont pris en compte le caractère vectoriel des données, en suivant par exemple une approche formelle. Les modèles décrits ont été confrontés avec ceux décrivant le système visuel humain. En effet, les modèles de perception remettent en cause les mesures classiques (métriques) de comparaison d'images, qui méritent alors d'être adaptées. Un des exemples abordés est l'utilisation d'outils pointus dans des cadres applicatifs artistiques.

   Journée 2. Analyse conjointe des images RGB-Depth (conjointe avec l'axe 2) (février 2014) Organisée par Frederic Devernay (axe 2) et Ludovic Macaire (axe 4).
   Lors de cette journée, nous avons passé en revue les développements récents issus de l'analyse conjointe des images RGB-depth portant sur l'analyse bas et haut niveaux des images, comme par exemple la calibration, le filtrage, le suivi et la reconnaissance des objets ou personnes. Par ailleurs,

l'analyse des activités humaines dans une scène 3D a été abordée, et plus particuliérement la reconnaissance d'activité, l'analyse de gestes, la détection et l'estimation de la pose des mains, la classification des gestes et la cartographie de scènes 3D.

2. **Action *Qualité, images, vidéos et données 3D***
   Dates(s): septembre 2013 (GDR Vision) et juin 2014 (GDR Vision).
   Animée par Christine Fernandez-Maloigne, Christophe Charrier et Hakim Saadane.

   Deux réunions organisées par cette action ont porté sur les liens très forts entre qualité et saillance visuelle. Une réunion 2015 est prévue sur la qualité d'expérience et services mobiles.

   Journée 1. La saillance visuelle et son exploitation dans l'amélioration des algorithmes de traitement d'images et l'évaluation de la qualité d'images (septembre 2013) Organisée par Pascal Mamassian (GDR Vision), Christophe Charrier, Christine Fernandez et Hakim Saadane.
   Les recherches actuelles en neurosciences cognitives permettent de décrire la sélection ascendante (bottom-up) de caractéristiques saillantes parmi les données visuelles. La saillance visuelle est la partie du système attentionnel qui dépend des données, par opposition avec les biais descendants (top-down) qui dépendent de l'observateur et de la tâche en cours. Ceci est particulièrement important dans des tâches d'évaluation de la qualité d'une image ou d'une vidéo car le jugement que l'on porte doit être lié aux propriétés intrinsèques des données.

   Cette journée a eu pour objectif de recenser les modèles les plus récents permettant de construire des cartes de saillance, puis de montrer leur application à des algorithmes de segmentation et d'analyse d'images et de vidéos.

   Journée 2. La saillance visuelle : de son exploitation à son évaluation (juin 2014) Organisée par Vincent Courboulay, Christine Fernandez et Nathalie Guyader (GDR Vision).
   Après le vif succès rencontré lors de la première journée autour de la saillance (plus de 60 participants), les GDRs ISIS et Vision ont tenu une deuxième journée, pendant laquelle les organisateurs ont tenté de répondre aux questions soulevées, entre autres, sur la saillance visuelle et les modèles usuels de carte de saillance. Ils se sont aussi focalisés sur la validation des algorithmes de saillance qui intègrent des métriques classiques (NSS, ROC, etc...).

   Par ailleurs, des présentations relevant de l'aspect vérité-terrain avec oculomètre ainsi que la notion de saillance liée à l'expert, à l'usage ont été particulièrement appréciées. Elles contribuent au développement de métriques de qualité d'images ou de vidéos basées sur des modèles du système visuel humain.

3. **Journée Mesure dimensionnelle par vision**
   Date: février 2013 et avril 2014.
   Organisée par Tadeusz Sliwa et Yvon Voisin.

Ces deux journées, organisées en partenariat avec le réseau Mesure, Modèles et Incertitudes du CNRS et sous le patronage du Club CMOI, ont pour but de rapprocher les communautés scientifiques portées sur l'acquisition et le traitement d'images ou de données 3D issues de capteurs optiques avec celles portées vers la mesure. Le besoin d'un tel rapprochement paraît d'autant plus indispensable que, contrairement à d'autres technologies, les utilisateurs se retrouvent confrontés à une absence de qualifications et de normes métrologiques.

Ces journées ont visé à explorer les mesures dimensionnelles dans leurs divers contextes applicatifs et à faire échanger les communautés scientifiques sur les aspects métrologiques associés.

4.5.4 Thème B, axe 4

Les acteurs de l'axe 4 ont poursuivi l'animation de la recherche en concordance avec les perspectives définies dans le document du renouvellement du GDR-ISIS 2014-2018 selon trois Actions. Une d'elles "Indexation et recherche d'information multimédia : IRIM" a été en fort progrès pendant la période de référence et a intégré des réflexions sur de nouvelles méthodes d'apprentissage statistique en multimédia, deux nouvelles actions ont été définies, notamment un Action conjointe avec le GDR STIC Santé et une Action qui a reflète les changements en indexation et recherche multimédia vers l'intégration des informations de sources multiples, distribuées et hétérogènes. Pendant la période de référence, le rayonnement de l'axe 4 du GDR-ISIS sur le plan international s'est concrétisé en

- organisation des Ateliers internationaux indépendants et dans le cadre des congrès internationaux majeurs en vision et participation au congrès national GRETSI

  Dans la première catégorie nous citons l'atelier annuel CBMI (Indexation Multimédia par le contenu) soutenu systématiquement par IEEE avec le référencement en ieeeexplore. Cet atelier a été systématiquement labellisé par le GDR-ISIS et les animateurs des actions font partie du comité de pilotage et du comité d'organisation et du programme. L'atelier est tenu en alternance en France et dans des pays européens, dont le spectre s'est élargi. CBMI'2014 a été tenu en Autriche (Klagenfurt) et CBMI'2015 est tenu en République Tchèque(Prague).

  Dans la seconde catégorie nous avons co-organisé un nouveau domaine dans le congrès majeur en Multimédia ACM MM 2014 : Multimédia pour la Société.

  Enfin dans le congrès majeur national GRETSI nous participons en tant que membres du comité de programme et contribuons dans la thématique "Décision et Interprétation"

- édition des ouvrages collectifs avec également des contributions des participants et animateurs des actions.

  1. Visual Information Indexing and Retrieval, J. BENOIS-PINEAU, F. PRECIOSO, M. CORD (Eds), série Springer Birefs, Springer, 2012,107p

  2. Fusion in Computer Vision : Understanding complex visual content, B. IONESCU, J. BENOIS-PINEAU, G. QUENOT (Eds), Springer, 2014, 272p

  3. Health Monitoring and Personalized Feedback using Multimedia Data, A. Briassouli, J. Benois-Pineau, A. Hauptmann (Eds), Springer, à paraître.

- élargissement de participation aux challenges internationaux

Les équipes de recherche traditionnellement impliquées sous l'égide de l'action IRIM au défi international TRECVID ont également participé au défi Mediaeval (EURECOM)

Dans la suite de ce bilan nous développons les activités par Action.

1. **Action *Recherche et indexation d'information médicale***
   Dates(s): juin 2013, février 2014.
   Animée par Ch.Hamitouche-Djabou,(PR Télécom Bretagne, Brest), F. Rousseau (MCF LSIIT, Strasbourg), S. Ruan (LITIS EA 4108), Khalifa Djemal (IBISC FRE 3190), Guy Carrault (LTSI UMR 1099).

   Cette Action est conjointe avec le GDR STIC-Santé. Elle est focalisée sur les contenus spécifiques tels que ceux des images médicales, dans la continuité des journées d'animation que l'Action "Segmentation, structuration et interprétation des images et des objets vidéo". Les thématiques de recherche se sont concentrées autour de deux grands thèmes mutuellement complémentaires et liés :

   - segmentation et recalage des images médicales
   - recherche et indexation de l'information médicale, biologique et de la santé au sens large.

   Journée 1. Segmentation d'images médicales : approches variationnelles et statistiques (7 juin 2013) Organisée par Su Ruan, Christine Toumoulin, Djemal Khalifa. De nombreuses approches dans le domaine de la segmentation d'images médicales ont été développées et continuent de se développer pour l'aide au diagnostic, le suivi des patients, l'évaluation des traitements thérapeutiques, et des études statistiques sur certaines populations ou certaines maladies. Malgré des progrès en résolution et en rapport de signal sur bruit des imageries médicales (IRM, PET-Scan, TDM, etc.), la segmentation des images 2D ou 3D reste toujours un problème ouvert.

   L'objectif de cette journée consistait à faire le point sur les travaux actuels en France dans ce domaine, en privilégiant les développements récents des approches variationnelles et statistiques, avec l'intégration et la modélisation des connaissances a priori pour la segmentation d'images mais aussi de présenter les besoins, les attentes des utilisateurs.

   Conformément à notre mode de fonctionnement, la moitié de la journée a été présentée par des orateurs invités, faisant un état de l'art sur ces techniques et leurs applications. Cette journée a réuni 30 personnes environ.

   Journée 2. Extraction des caractéristiques pour l'analyse d'images médicales (3 février 2014) Organisée par Chafiaa Hamitouche-Djabou, François Rousseau, Su Ruan.
   Lorsque le volume des données d'entrée d'un algorithme est très important et possiblement redondant, il peut être intéressant de transformer ces données en une représentation plus compacte. Cette transformation est appelée "extraction de caractéristiques". Cette étape de réduction de dimension vise ainsi à extraire l'information pertinente à partir des données afin d'effectuer la tâche désirée.

   Les progrès en résolution des images médicales, l'utilisation de multiples modalités (IRM, échographie, scanner X, ECG, imagerie optique, etc.) ainsi

que le suivi longitudinal de cohortes de patients génèrent une masse de données multimodales toujours croissante. Il apparaît ainsi que l'extraction de caractéristiques est un point central pour le traitement et l'analyse d'images médicales. Cette journée s'est intéressée notamment à la définition de signatures élémentaires et de descripteurs (éventuellement multi-échelles et/ou multi-modaux) pour des problématiques de recalage, de modélisation temporelle et de stratégies de fouille de données pour la classification et l'indexation en vue d'applications diagnostique et thérapeutique.

L'objectif de cette journée consistait à faire un bilan des différentes méthodes existantes et de celles qui sont mises en oeuvre dans les applications médicales. La journée a réuni 30 personnes environ.

2. **Action *Indexation et recherche d'information multimédia***
Dates(s): janvier 2013 (avec Thème D axe 1), février 2014.
Animée par G. Quenot(DR CNRS LIG,Grenoble), M. Cord (PR LIP6, Paris), J. Benois-Pineau(PR LABRI, Bordeaux).

Sur le plan méthodologique nous avons continué la réflexion sur

- les descripteurs locaux pour les problèmes d'indexation et de recherche d'information image et vidéo.
- la prise en compte du mouvement et de la saillance visuelle spécifique et de la qualité perçue dans des méthodes d'indexation.
- l'étude des systèmes d'apprentissage y compris l'apprentissage profond
- méthodes de fusion d'information

Dans la continuité de l'animation durant la période antérieure, IRIM a regroupé tous les ans des équipes françaises pour une participation commune au défi en indexation /recherche multimédia TRECVID. L'animateur de l'action Georges Quenot est devenu coordinateur de la tâche de reconnaissance de concepts/indexation sémantique du TRECVID. Grâce aux efforts collectifs et à la répartition des tâches de description du contenu, apprentissage et fusion, le groupement d'équipes fédérées par IRIM (14 équipes en moyennes des différentes laboratoires de recherche y ont participé) a obtenu des résultats supérieurs aux participants nationaux individuels et a obtenu des rangs de 4-5 notamment dans la tâche SIN sur 25 équipes participantes à la tâche complète.

Journée 1. TRECVID + Qualité et protection (17 janvier 2013 (avec Thème D axe 1))
Organisée par J. Benois-Pineau, M. Cord, G. Quenot, W. Puech.
Cette journée était commune au thème D axe 1. Elle a été consacrée à l'exposition des méthodologies d'indexation et recherche d'information visuelle utilisée par le consortium IRIM dans TRECVID. Le projet IRIM (Indexation et Recherche d'Information Multimédia) a pour objectif d'encourager et d'aider les équipes de recherche françaises à participer aux campagnes d ?évaluation TRECVID, en particulier en favorisant les collaborations entre les équipes et les participations conjointes. Le groupe IRIM a participé cette année aux tâches "Semantic Indexing" (annotation de concepts dans des plans vidéo) et "Instance Search" (recherche d'éléments à partir d'exemples dans une collection de vidéos). 16 équipes françaises ont collaboré cette année pour cette participation. De nos jours de grande quantité de données numériques visuelles (images, vidéos et objets 3D) sont transmises,

archivées et visualisées. De plus, il est très fréquent maintenant que ces données visuelles soient structurées sous forme de bases de données prenant le nom de bases de données visuelles (BDDV). Notons que les tailles de ces BDDV sont de plus en grandes, du fait du nombre d ?images ou de vidéos contenues dans ces bases mais également du fait de l'augmentation de la résolution de ces données avec l'apparition de l'UHD. L'incorporation de la modélisation du système visuel humain (SVH), de la protection des données dans des méthodes de l'indexation et recherche de telle information représente une des pistes intéressantes pour les deux communautés : indexation et compression.

Les accès à des bases de données visuelles (BDDV) se font bien souvent à distance, par conséquent les données doivent être compressées et protégées à la source en appliquant des méthodes de tatouage ou de chiffrement sélectif. En effet, même si les accès sont sécurisés et que les bandes passantes des réseaux continuent à augmenter, nous sommes toujours obligés de passer par des étapes de compression et de protection.

Un nouveau challenge consiste alors à effectuer des requêtes sur ces BDDV avec des images ou des vidéos comprimées, chiffrées et ou tatouées. Ainsi la qualité des caractéristiques extraites n'est plus la même qu'avec une approche plus traditionnelle ou tout est au format original. Lors de cette journée nous avons effectué un point sur l'état actuel des recherches dans le domaine liant l'indexation à la compression, la protection et la qualité des images, et nous avons dressé un panorama de la recherche en France dans ces domaines. Lors de cette journée un point a été réalisé sur l'état actuel des recherches dans le domaine liant l'indexation à la compression, la protection et la qualité des images. Plus de 40 personnes, du thème B et du thème D ont participé à cette journée.

Journée 2. Bilan TRECVID 2013 et préparation TRECVID 2014 (14 février 2014) Organisée par G. Quenot, M. Cord, J. Benois-Pineau.

Cette journée a réuni 23 participants et a été consacrée à la participation de l'IRIM au défi TRECVID. Le consortium IRIM GDR-ISIS participe depuis 2008 au défi international TRECVID sur l'évaluation des systèmes d'indexation et de recherche par le contenu dans les documents vidéos à grande échelle (http ://www-nlpir.nist.gov/projects/tv2013/tv2013.html) assurant ainsi la reconnaissance et la visibilité mondiale de la recherche française dans ce domaine.

En 2013, 12 équipes françaises ont collaboré dans le cadre d'IRIM pour une participation conjointe à la campagne internationale. Sur la tâche de détection de concepts, IRIM a obtenu la quatrième place sur 26 participants. Sur la tâche de recherche d'instance, la participation d'IRIM a été dans la moyenne. Les membres du groupe IRIM présenteront les éléments avec lesquels ils ont contribué : descripteurs, post-traitements, classification, fusion et ré-ordonnancement. Un bilan sur la participation d'IRIM à TRECVID 2013 et planification de la campagne 2014 ont été présentés avec des exposés des méthodes.

3. Action *Liage, structuration et fouille de grandes données multimédia*
Dates(s): avril 2013.

Animée par F. Précioso (PR I3S, Nice), L. Amsaleg (DR CNRS IRISA, Rennes) et A. Joly (CR INRIA LIRMM, Montpelier).

Cette Action ambitionne de relier les communautés indexation et recherche multimédia, web sémantique et fouille de données. Il s'agit du traitement des données hétérogènes, distribuées de grande quantité et de grande dimension. Les données multimédia : image, vidéo, signal, y jouent un rôle croissant. L'objectif est de développer des méthodes qui passe à l'échelle et génériques permettant de relier et de fouiller ce type de données est donc un enjeu très important qui a représenté le fil directeur de cette Action. Durant la période de référence, une première journée scientifique de cette nouvelle action a été organisée.

Journée 1. Liage, structuration et fouilles des grandes données multimédia (11 avril 2013)
Organisée par Alexis Joly, Georges Quenot.
Le fait de relier entre elles un grand nombre de données isolées et hétérogènes pour constituer une base de connaissance beaucoup plus vaste suscite actuellement un grand intérêt. Le liage et la structuration de contenus multimédias, notamment image, devraient prendre dans cette optique une place de plus en plus importante. Malheureusement, le volume, la vélocité, le complexité et l'hétérogénéité des données sont tels que les technologies actuelles de recherche par le contenu ne sont pas directement applicables pour ce type de problèmes. Les méthodes actuelles de génération de graphes de similarité visuelle restent par exemple encore trop coûteuses, pas assez dynamiques et difficilement distribuables. Les technologie de demain devraient également permettre de traiter des objets de plus en plus diverses (des évènements, des plantes, des maladies, ...) et de plus en plus complexes (composés d'une ou plusieurs images, de vidéos, de textes, de géo-tags, d'information sur l'auteur, etc.). Cette journée par le biais d'exposés a approfondi les problèmes liés à ce nouveau type de données. Une demi-journée a été consacrée à la révision de méthodes et préparation de la campagne TRECVID'2013. La journée a réuni 25 personnes.

5 Thème C : Adéquation Algorithme Architecture pour le TDSI. DSA : Guy Gogniat (PR 61 Lab-STICC, Lorient), Christophe Jego (PR 63 IMS, Bordeaux)

5.1 Présentation générale du thème C

Le thème C joue un rôle transversal vis-à-vis des autres thèmes du GDR ISIS qui sont à l'origine des algorithmes à implanter et également vis-à-vis d'autres GDR (notamment le GDR SoC-SiP). Ce rôle est primordial puisqu'il consiste à rapprocher l'application de son support d'exécution. Cette approche permet d'ouvrir de nouvelles pistes exploratoires, aussi bien en algorithmie qui bien souvent est restreinte par des capacités de calcul limitées qu'au niveau de l'exploration architecturale où des propriétés applicatives peuvent être exploitées. Le coeur d'activité du thème C est le thème de l'Adéquation-Algorithme-Architecture (AAA). Cette approche consiste à étudier simultanément les aspects algorithmiques et architecturaux en prenant en compte leurs interactions dans le sens algorithme vers architecture, et vice versa.

Le positionnement du thème C au sein du GDR ISIS permet à ses membres d'avoir une forte interaction avec les autres thèmes, qui sont des thèmes applicatifs. Cette interaction

vise à identifier pour les architectes les applications émergentes afin d'étudier les verrous au niveau de la mise oeuvre matérielle et/ou logicielle. Elle a également pour objectif de permettre aux algorithmiciens de suivre l'évolution des technologies d'intégration et des nouveaux paradigmes architecturaux. Cette veille technologique est primordiale pour dépasser les verrous algorithmiques liés en partie à de faible puissance de calcul matérielle et/ou logicielle.

Le thème C vise également à proposer des méthodologies d'évaluation de la qualité de service, aussi bien au niveau des performances (consommation, temps de calcul, embarquabilité,...) que des contraintes (temps réel, disponibilité des ressources,...). Ces méthodologies favorisent la mesure la plus fine possible de l'adéquation entre l'architecture et l'algorithme et vice-versa.

Pour adresser ces problématiques scientifiques le thème C est organisé autour de 3 actions thématiques :

1. Architectures, méthodes et outils pour le TDSI
2. Systèmes bio-inspirés pour le TDSI
3. Capteurs et systèmes de vision

5.2 Activités de janvier 2013 à décembre 2014

Actions thématiques du thème C
Durant ces 2 années, 3 actions thématiques ont été initiées ayant pour rôle une connexion intra et inter-GDR. Ces Actions sont décrites ci-dessous. Elles ont été initiées avec pour vocation d'organiser des journées AAA avec des intervenants d'un des 3 autres thèmes du GDR (thème A, thème B, thème D) et avec des intervenants du thème C. Une volonté forte a également été de permettre la tenue de journées avec des intervenants de GDR connexes au GDR ISIS, notamment les GDR SoC-SiP, GDR Vision, GDR Robotique et GDR STIC-Santé. Depuis janvier 2013, le thème C a organisé ou co-organisé 9 réunions dans le cadre de ces Actions.

1. **Action *Architectures, méthodes et outils pour le TDSI***
   Dates(s): Janvier 2013, Juillet 2013, Octobre 2013 (avec Thème D axe 1), Juillet 2014, Septembre 2014 (GDR SoC-SiP), Novembre 2014 (GDR SoC-SiP).
   Animée par Fan Yang, Daniel Menard.

   Journée 1. Systèmes sur puce : modèles et outils pour le TDSI (Janvier 2013) Organisée par Jean-François Nezan.
   Les applications de Traitement du Signal et des Images (TDSI) sont des applications complexes et leur mise en oeuvre nécessite généralement des compromis en termes de qualité des traitements, de vitesse de calcul et de consommation. L'utilisation de systèmes électroniques généralistes ne permettant généralement pas de satisfaire ces contraintes contradictoires, les applications doivent être portées sur des systèmes complexes hétérogènes que sont les SoC/SiP et/ou des architectures manycores. De nouvelles méthodes de conception sont actuellement proposées afin de faciliter le portage des applications sur ces systèmes. Cette journée a permis de faire le point sur quelques outils de conception disponibles. En particulier, les concepteurs de ces outils ont présenté les techniques utilisées pour leur mise au point, les modèles utilisés pour représenter les applications par les

utilisateurs et sur lesquels les outils opèrent des transformations, ainsi que des résultats obtenus sur des applications concrètes dans le domaine du traitement du signal et des images. Les présentations proposées ont permis de faire le point sur les avancées actuelles dans ce domaine.

Journée 2. Utilisation de codes détecteurs et/ou correcteurs d'erreurs pour fiabiliser les traitements numériques au sein de circuits non fiables (Juillet 2013) Organisée par Emmanuel Boutillon et Christophe Jego.
L'évolution de la technologie CMOS vers le nanométrique a un impact très important sur la fiabilité de conception des systèmes numériques. En effet, les circuits électroniques sont et seront de plus en plus sensibles aux aléas de fonctionnement dus aux radiations, aux interférences électromagnétiques et aux fluctuations de température. Par ailleurs, l'augmentation de la densité d'intégration s'accompagne d'exigences croissantes au niveau de la consommation d'énergie des futurs circuits électroniques. C'est pourquoi, l'utilisation de techniques de tolérance aux fautes devient primordiale pour faire face aux erreurs transitoires présentes dans les calculs au niveau nanométrique. Une des approches envisagées pour faire face à ce défi est l'utilisation de codes correcteurs d'erreurs. S'appuyant sur des techniques de détection et de correction existantes dans le domaine des communications numériques, l'idée est d'exploiter des codes pour corriger les erreurs transitoires de circuits peu fiables. Cette journée a permis d'aborder à la fois les aspects exploitation de codes correcteurs d'erreurs et conception d'architectures de codage et de décodage tolérantes aux fautes. Par ailleurs, des présentations de projets collaboratifs traitant de la conception d'architectures tolérantes aux fautes sur des circuits peu fiables ont également eu lieu. Les présentations proposées ont permis de faire le point sur les avancées actuelles dans ce domaine.

Journée 3. Standard de compression vidéo HEVC et ses implémentations matérielles / logicielles (Octobre 2013) Organisée par Fan Yan, Jean-François Nezan et Marc Antonini.
En janvier 2013, l'ITU (Union Internationale des Télécommunications) a annoncé l'adoption par ses membres du nouveau standard de compression vidéo HEVC (H.265). Avec un taux de compression de 50% à 70% plus efficace que le standard H.264, à qualité égale, une vidéo codée en HEVC verra son poids divisé par deux... et à poids égal, la qualité sera nettement supérieure. L'arrivée de ce nouveau standard a suscité beaucoup d'intérêts dans divers domaines, par exemple, il permet de soulager la charge des réseaux mondiaux où les vidéos comptent pour plus de la moitié de la consommation de la bande passante, d'ouvrir l'accès au plus grand nombre en bénéficiant d'une qualité vidéo améliorée en résolutions SD (Standard Definition), HD (High Definition) et jusqu'à l'ultra-HD. Ces progrès sont rendus possibles grâce à des algorithmes de compression plus complexes qui nécessitent l'utilisation d'architectures de calcul plus puissantes et flexibles. C'est dans ce contexte que les thèmes C et D du GDR ISIS ont co-organisé cette journée qui a permis aux participants de différents horizons d'échanger leurs visions sur les enjeux de ce nouveau standard et sur les défis communs liés à ses aspects calculatoires. Les présentations proposées ont permis de faire le point sur les avancées actuelles dans ce domaine.

Journée 4. Arithmétique pour le traitement de signal et de l'image (Juillet 2014) Or-

ganisée par Daniel Menard et Thibault Hilaire.
Les applications de traitement du signal et de l'image sont de plus en plus présentes dans les systèmes embarqués. Ces applications se caractérisent par l'exécution de nombreux traitements mathématiques plus ou moins complexes. Afin de satisfaire les contraintes des systèmes embarqués, les aspects liés à l'arithmétique doivent être optimisés. Une bonne adéquation entre la qualité du résultat en sortie de l'application et le coût de l'implantation est recherchée. L'optimisation au niveau arithmétique nécessite de nouvelles méthodes et outils associés afin de réduire les temps de développement. L'automatisation de certains processus (par exemple le codage de données en virgule fixe, la conception d'opérateur arithmétique, etc.) est un élément clé. Cette journée a permis de présenter les avancées récentes dans le domaine de l'architecture et de l'arithmétique pour les applications de traitement de signal et de l'image.

Journée 5. Acquisition/Echantillonnage comprimé : quelles réalisations/applications pratiques ? (Septembre 2014) Organisée par Patricia Desgreys et Laurent Daudet.
Cette journée thématique organisée conjointement par les GDR ISIS et SoC-SiP a été consacrée aux applications concrètes des travaux dans le domaine de l'acquisition comprimée (ou Compressed Sensing, CS) depuis que le concept a été défini par E. Candes et D. Donoho en 2004. Cette théorie montre que la plupart des signaux (à représentation parcimonieuse dans une base élémentaire) peuvent être échantillonnés linéairement avec un taux d'échantillonnage très faible (proportionnel à leur parcimonie). Ainsi le CS permet d'acquérir une information avec un nombre réduit d'observations, potentiellement bien moindre que selon les critères de Shannon-Nyquist. Depuis ces publications fondatrices, l'acquisition comprimée a été très étudiée, particulièrement pour le choix des bases de projection et l'optimisation des algorithmes de reconstruction. Concrètement le CS peut être utilisé pour réduire la complexité et la consommation dans un grand nombre de domaine d'applications : radio-intelligente, acquisition d'ondes acoustiques ou optiques, acquisition de signaux médicaux. Plus récemment, des réalisations physiques illustrant les principes de l'acquisition comprimée ont été publiées pour la conversion analogique à information (A2I), l'acquisition de signaux radio, ou l'imagerie. Cette journée a permis de faire un bilan des applications concrètes visées par le CS, des premières réalisations et de leurs performances.

Journée 6. Architectures de Codes Correcteurs d'Erreurs (Novembre 2014) Organisée par Emmanuel Boutillon, Catherine Douillard et Michel Jézéquel.
L'objectif de cette journée a été de réunir la communauté académique et industrielle française autour du problème de conception de codes correcteurs d'erreurs et des architectures associées. On assiste en effet aujourd'hui à l'émergence de nouveaux codes (codes polaires, codes LDPC Non Binaires...), de nouvelles applications (très haut débit, stockage mémoire), de nouveaux algorithmes de décodage (bit-flipping, FAID) et de nouvelles contraintes (ultra faible consommation par exemple). Cette journée en partenariat avec l'Université de Kaiserslautern (Allemagne) a permis de faire le point sur ces différentes tendances dans ce domaine.

2. Action *Systèmes bio-inspirés pour le TDSI*
Dates(s): Juin 2013 (GDR SoC-SiP et Robotique), Juillet 2014 (GDR SoC-SiP et Robotique).
Animée par Benoît Miramond, Michel Paindavoine.

Journée 1. Journée NeuroSTIC 2013 (Juin 2013) Organisée par Benoît Miramond et Michel Paindavoine.
Les systèmes d'inspiration neuro-mimétiques sont de plus en plus présents dans les systèmes étudiés dans différents GDRs comme ISIS, SoC-SiP, Robotique. Leurs propriétés d'adaptation, d'apprentissage, de robustesse, de calcul distribué les amènent dans de nombreux domaines applicatifs du traitement de l'information, de la robotique, des télécommunications, des systèmes embarqués aux masses de données. Cette journée de présentation et de réflexion inter-GDR a permis de faire le point sur les modèles bio-inspirés et les défis communs liés à leurs aspects computationnels. Cette journée a ainsi permis aux participants de différents horizons d'échanger leurs visions sur les enjeux de ce domaine, et de faire naitre de nouvelles collaborations potentielles. Des réponses, résolument en rupture, ont été identifiées lors cette journée. En particulier concernant le codage des informations issues des capteurs, l'intégration fine du traitement au plus près des capteurs, les approches bio et neuro-inspirées du traitement de l'information comme nouveau modèle computationnel et de l'intégration des technologies émergentes.

Journée 2. Journées NeuroSTIC 2014 (Juillet 2014) Organisée par Benoît Miramond et Michel Paindavoine.
Les journées NeuroSTIC offrent depuis plusieurs années un cadre interdisciplinaire unique pour mettre en relation les systèmes bio-mimétiques de traitement de l'information et leurs modèles biologiques sous-jacents. Comme chaque année, le programme 2014 a proposé un échange entre des intervenants et des auditeurs venant des domaines de l'informatique, de la micro-nano technologie, des architectures de calcul de capteurs et d'actionneurs, du codage de l'information, du traitement de signal et des images, de la robotique, des neurosciences computationnelles, de l'intelligence artificielle, de la neurobiologie, de la psychologie cognitive et d'autres... Ces deux jours ont été soutenus par les GDR ISIS, SoC-SiP et Robotique.

3. Action *Capteurs et systèmes de vision*
Dates(s): Octobre 2014.
Animée par Gilles Sicard, Dominique Ginhac.

Journée 1. Co-conception de systèmes hybrides : quand l'instrumentation et les traitements numériques se rencontrent. (Octobre 2014) Organisée par Pauline Trouvé, Matthieu Boffety, Mauricio Delbracio et Andrés Almansa.
L'objectif de cette réunion a été de discuter des nouvelles approches de conception de nouveaux systèmes d'acquisition pour lesquels le dispositif d'imagerie, de détection ou de mesure est fortement associé aux traitements numériques. Dans de nombreux domaines, tels que la photographie numérique, la microscopie, l'astronomie ou l'imagerie radar, de nouveaux dispositifs d'acquisition sont développés pour dépasser les performances des

systèmes traditionnels, en termes de qualité de signal, d'encombrement, ou pour leur ajouter de nouvelles fonctionnalités. Le principe est d'utiliser un dispositif d'acquisition, autrement dit un instrument, qui favorise l'efficacité des traitements, quitte à dégrader la qualité du signal brut en sortie du détecteur. Ceci donne lieu au développement de nouveaux systèmes "non conventionnels" ou "hybrides", pour lesquels l'instrument et les traitements sont indissociables. L'enjeu principal de la conception de ces nouveaux systèmes est alors d'optimiser simultanément les paramètres de l'instrument et des traitements. On parle alors de conception conjointe ou co-conception. Cette nouvelle approche repose alors sur la définition de nouveaux critères de conception caractérisant la performance globale du système en lien avec sa fonctionnalité et l'utilisation de ces critères pour optimiser conjointement les paramètres de l'instrument et des traitements. Lors de cette journée plusieurs thématiques ont été abordées telles que les nouvelles technologies (optique, détecteur, etc.) qui favorisent les traitements, les traitements associés à ces nouvelles solutions, la modélisation globale de la performance des systèmes, en lien avec leurs fonctionnalités, l'optimisation conjointe des paramètres d'un système pour une fonctionnalité donnée.

Conférence DASIP

En 2006, Les membres du thème C ont constaté une forte motivation pour étendre au niveau européen les workshops francophones qu'étaient les journées AAA et les journées READ (sur les capteurs d'images et les rétines artificielles). Ces workshops existaient depuis 1992. Cette motivation avait pour essence la volonté de permettre aux chercheurs européens d'échanger autour de la problématique des systèmes et circuits pour le traitement du signal et des images.

Initiée par le thème C du GDR ISIS, la conférence européenne DASIP (Design and Architecture for Signal and Image Processing) a lieu tous les ans depuis 2007. La neuvième édition aura lieu en 2015 à Cracovie en Pologne. Cette conférence est un succès et accueille une soixantaine de participants par an sur les thématiques liées aux systèmes et circuits pour le traitement du signal et des images. La huitième édition de DASIP a eu lieu à Madrid du 8 au 10 octobre 2014. Les précédentes éditions de DASIP ont eu lieu à Grenoble (2007), Bruxelles (2008), Nice (2009), Edimbourgh (2010), Tampere (2011), Karlsruhe (2012), Cagliari (2013) et Madrid (2014).

Les thématiques abordées sont :

- Méthodologies de conception et outils associés pour le TDSI.
- Développement de systèmes, architecture et technologies pour le TDSI.
- Cas d'utilisation et applications dans le domaine du TDSI.
- Systèmes d'acquisition intelligents.

Depuis sa création, un des deux Program Co-Chairs de la conférence DASIP est systématiquement issu du thème C du GDR ISIS.

5.3 Quelques perspectives du thème C

L'évolution des systèmes de traitement voit se créer deux grandes catégories, une première bien connue est constituée de systèmes possédant une grande puissance de calcul

sans prise en compte d'autres contraintes. Une seconde apparaissant jour après jour est la constitution d'une informatique dématérialisée où l'organe central n'est plus l'ordinateur traditionnel mais un ensemble de systèmes nomades coopérants entre eux pour réaliser les traitements liés à une application (appelé l'Internet des objets). Dans ce cas les contraintes sont multiples et ne se résument pas à la seule considération du nombre d'opérations effectuées par seconde. Les algorithmes de traitement du signal, des communications numériques, des images et des vidéos sont intégrés dans l'une de ces deux catégories selon l'application et son domaine d'utilisation. Dans ce contexte, de nouvelles architectures de type GPU ou MPSoC sont naturellement de bons candidats. L'adéquation entre ces architectures massivement parallèles et des algorithmes souvent séquentiels est loin d'être triviale. Il est, dans ce cadre, nécessaire d'une part d'étudier la synergie existante entre l'algorithme à exécuter et le support d'exécution et d'autre part d'étudier les méthodes permettant une extraction efficace du parallélisme présent dans ces algorithmes. La démarche de copier le monde vivant qui nous entoure, est aussi une des pistes d'exploration architecturales, que cela soit des comportements collectifs de type colonies de fourmis, des modes de fonctionnement de type neurones impulsionnels ou des règles d'évolution comme la réplication ou la différenciation cellulaire. L'étude de ces différents comportements permet d'envisager des paradigmes de calculs jusqu'alors inexplorés. Cela laisse entrevoir des supports d'exécution efficaces pour des algorithmes peu ou pas utilisés, comme ceux basés sur l'utilisation de graphes mais aussi pour des algorithmes cognitifs. Ces nouvelles architectures pourraient offrir une meilleure efficacité pour l'exécution d'algorithmes mais aussi permettre de les améliorer voir d'aider à envisager de nouvelles approches. Dans les années à venir le thème C a pour volonté d'organiser des journées permettant de débattre de ces sujets dans la lignée des actions thématiques préalablement initiées.

6 Thème D : télécommunications : compression, protection, transmission
DSA : Marc Antonini (DR CNRS, I3S, Sophia Antipolis), Veronica Belmega (MCF 61 ETIS, Cergy-Pontoise), Mérouane Debbah (PR SUPELEC), William Puech (PR 27 LIRMM), Montpellier)

6.1 Axe 1 : compression et protection

DSA : Marc Antonini et William Puech. Cet axe regroupe les chercheurs qui s'intéressent au codage de source. En plus des problématiques de base que sont la réduction de redondance, la quantification et le codage, la communauté concernée est active dans les domaines de l'évaluation de la qualité des images, le tatouage et la protection dans des études normatives et dans la prise en compte du canal de transmission. Plusieurs thématiques de recherche sont abordées dans cet axe dont : la compression/codage d'images, de vidéos, d'objets 3D et 3D+t (volumiques et surfaciques), le multiéchelle, le codage multisources, le codage de sources distribué, la protection basée contenu, l'insertion de données cachées, la compression "intelligente" (basée contenu, ROI...), le bio-inspiré, l'ultra HD, les approches conjointes...
Lors de la dernière Assemblée Générale, le thème D a proposé de fonctionner selon les trois Actions suivantes :

- Maillages et animations 3D

- Protection multimédia
- Compression et perception

L'objectifs de ces Actions est de fédérer des chercheurs autour d'une thématique spécifique et de créer ainsi une synergie. Une évaluation à mi-parcours (2 ans) conditionnera la poursuite ou non de chaque Action.

Il est clair que d'autres pistes doivent être proposées par les acteurs du thème D. Nous souhaitons donc aussi favoriser l'organisation de journées thématiques, hors fonctionnement des Actions. Nous pensons notamment à des journées sur les thématiques suivantes :

→ Architectures pour le bio-inspiré en partenariat avec le thème C

→ Méthodes et outils pour le signal, l'image et la 3D en partenariat avec le thème C ' Indexation - compression - protection en partenariat avec le thème B

→ Chaînes de distribution en partenariat avec l'axe 2

→ Application au domaine médical

→ ...

6.2 Axe 2 : information et communication : de la théorie à l'ingénierie

Cet axe regroupe les activités de recherche en communications numériques. Les chercheurs du GDR ISIS qui se consacrent à cet axe thématique sont des spécialistes du traitement du signal, des réseaux, du codage et/ou de la théorie de l'information. Les contextes applicatifs de ce domaine sont très variés : liaisons radio-mobiles ou liaisons sur fils, systèmes mono ou multi-utilisateur, équipements à antenne unique ou à antennes multiples, systèmes de communications via des relais, réseaux centralisés (cellulaires) ou décentralisés (réseaux "mesh" et "ad hoc"), etc. Les problèmes sont également très divers : détermination des limites théoriques de fonctionnement, calculs de performance, conception de codes, conception de récepteurs / décodeurs, allocation de ressources, optimisation entre couches ("cross layer design"), modélisation des canaux, etc. Les principales orientations thématiques qui revêtent une grande importance scientifique auprès des chercheurs de la communauté des communications numériques au sein du GDR-ISIS :

Les réseaux "green" : l'étude des réseaux "green" ou efficaces en terme de consommation d'énergie est une thématique émergente grâce à la volonté d'augmenter la durée de vie des appareils par des techniques d'optimisation de la gestion d'énergie "energy harvesting" et de transfert d'énergie sans fils "wireless energy transfer".

Les réseaux denses : Dans le contexte de la demande croissante des hauts débits de transmission, les réseaux denses permettent par des techniques de MIMO en réseau ou MIMO virtuelle d'augmenter de manière drastique la capacité des réseaux filaire (MIMO sur Fibre) ou sans fils.

Allocation de ressources et gestion des interférences : le problème de la gestion d'interférence est devenu crucial pour les réseaux cellulaires multi-utilisateur. En particulier, des stratégies nouvelles basées sur les Network MIMO (Multiple Input Multiple Output) et la coopération entre stations de base assurent des gains importants. De nouveaux problèmes restent ouverts en raison des liens imparfaits entre les nœuds du réseau et le manque de synchronisation.

Transfert de l'information dans les réseaux décentralisés : les réseaux décentralisés réclament de nouvelles approches théoriques et de nouveaux modèles.

Radio cognitive/radio intelligente : la radio cognitive est un des nouveaux paradigmes des communications mobiles de ces dernières années. La radio cognitive permet d'exploiter de manière opportuniste les "trous" du spectre et de maximiser l'utilisation temps/fréquence/espace des réseaux. La mise en œuvre algorithmique et les protocoles adéquats sont encore à l'étude.

"*Network coding", ou codage en réseau* : le "Network Coding", à travers une combinaison intelligente et économique des différents flux d'information, permet de réduire la saturation des réseaux. Les avancées ont été particulièrement importantes dans les réseaux filaires mais l'utilisation, les potentialités et les limitations du "Network Coding" dans le monde sans fils constituent des problèmes ouverts.

Sécurité pour la couche physique : le principe de la sécurité pour la couche physique est d'exploiter le bruit présent naturellement dans tous les canaux de transmission pour garantir la sécurité inconditionnelle des communications. L'idée repose sur le fait que les signaux interceptés par des écouteurs indésirables subissent généralement une dégradation différente de ceux reçus par les récepteurs légitimes (par exemple, une atténuation différente qui induit un rapport signal-à-bruit différent).

Codage pour les canaux radio (MIMO, relais, ...) : le problème de construction de codes spatio-temporels pour les systèmes MIMO est maintenant assez bien étudié. Cependant, les extensions (et les bornes fondamentales de performance) pour les canaux à relais, les canaux dits à accès multiple, à diffusion, à interférence ou multi-saut restent ouverts.

Modèles de canaux radio : les modèles de canaux sans fils ont été jusqu'à présent mis en œuvre dans des contextes de déploiement de réseau unique. Cependant, dans le cas de réseaux hétérogènes, l'interférence joue un rôle primordial et l'analyse temps-espace- fréquence est importante pour développer des modèles pour les réseaux du futur.

"*Compressed Sensing" et représentation parcimonieuse (en collaboration avec le thème A)* : le "compressed sensing" joue un rôle important en télécommunications pour réduire les fréquences d'échantillonnage de signaux large bande, étant donné la faiblesse d'utilisation du spectre à un instant donné. Des algorithmes de reconstruction de signal rapides sont encore à mettre en oeuvre.

Réseaux de capteurs : détection, estimation, optimisation distribuée (en collaboration avec le thème A) : les réseaux du futur auront des capteurs à faible cout et faible consommation. Les contraintes énergétiques et de positionnement des capteurs imposent des traitements simples et distribués de l'information récoltée.

Codage correcteur d'erreurs à très faible consommation (en commun avec le thème C) : dans de nombreux domaines applicatifs actuels (électronique et intelligence embarquée, télécommunications "green", codage pour les réseaux, etc), le problème de la consommation des composants est de plus en plus crucial. Parallèlement, les structures de codage et les décodeurs associés demandent de plus en plus de ressources de calcul et de stockage afin de corriger les erreurs dues à la transmission. La recherche de nouveaux algorithmes de décodage à très faible complexité est donc nécessaire.

6.3 Activités de janvier 2013 à décembre 2014

6.3.1 Journées thématiques du thème D

1. **Action *Compression et Perception***
   Dates(s): Octobre 2013.
   Animée par Chaker Larabi et Marc Antonini.

   Journée 1. Avancées en compression de données multimédia et nouveaux challenges (Octobre 2013) Organisée par Chaker Larabi et Marc Antonini.
   La journée a réuni une trentaine de chercheurs composée d'industriels et d'académiques. Les thématiques décrites durant cette journée sont diverses mais toujours en lien avec la compression vidéo. La journée a commencé par un tutoriel donné par l'un des experts Français de la norme DASH et qui a été très apprécié par les participants qui, pour beaucoup, découvraient pour la première fois le standard. Les présentations ont permis à l'audience de parcourir une palette importante de ce qui se fait dans les laboratoires de recherche académiques et industriels. Enfin la dernière présentation a été l'occasion de revenir brièvement sur les grandes dates et les grandes réalisations pour ce qui concerne le codage vidéo. Elle a permis également de poser la question sur le futur de ce domaine et sur les pistes envisageables. Enfin, cette présentation a permis d'alimenter une discussion de presque une heure sur les tendances futures en compression vidéo.

2. **Action *Protection des données multimédia***
   Dates(s): Novembre 2013.
   Animée par Patrick Bas et William Puech.

   Journée 1. Extraction de preuves multimédia : détection de manipulations - identification et authentification de contenus ou de personnes (Novembre 2013) Organisée par Patrick Bas et William Puech.
   Les méthodes de traitement du signal et des images sont utilisées aujourd'hui pour détecter la manipulations des images, pour identifier le capteur qui les a généré, ou encore pour attester de leur authenticité. L'objectif de cette journée a été d'effectuer un panorama des compétences Françaises sur le domaine de l'extraction de preuves multimédia (Multimedia Forensics) et de la biométrie.
   Divers types de méthodes ont été présentées autour de la détection de ré-échantillonnage d'images, la détection de copier/coller via des modèles géométriques, d'illumination, ou couleur, la détection de double compression, l'identification de capteurs (CCD, CMOS), d'imprimantes, l'identification de contenus dans une bases de données, les contre-attaques dans le but d'empêcher la détection ou l'identification, l'authentification de contenus numériques et physiques, le contrôle d'intégrité par hash robuste ou tatouage, l'identification de personnes par méthodes biométriques ainsi que l'utilisation des preuves par les juristes.
   Matthias Kirchner, Researcher on Multimedia Forensics, IT Security Research Group, Munster University, Germany a effectué un exposé invité, plus de 50 personnes étaient présentes à cette journées dont de nombreux industriels.

1. **Journée Stratégie optimale de transmission de contenus multimédia**
   Date: Octobre 2013.
   Organisée par Clency Perrine, Christian Olivier, Yannis Pousset (XLIM), Patrick Corlay, Francois-Xavier Coudoux (IEMN).

   Dans le monde des communications, on assiste ces toutes dernières années à un foisonnement au quotidien de nouveaux services qui font appel à divers réseaux sans fil et/ou filaires (Réseaux ad-hoc, Réseaux cellulaires, CPL) et à différents types de terminaux (smartphone, tablette) pour lesquels les contraintes d'énergie, de débit, de mobilité sont croissantes et mal appréhendées. Pour pallier ces verrous, il existe un certain nombre de solutions partielles (approche basée bloc par bloc, mais jamais globale) permettant d'atteindre des résultats acceptables quand les conditions de transmission sont favorables en termes de ressources radio (énergie, bande passante, puissance), d'environnement de propagation. Dans des conditions plus difficiles de transmission (fortes perturbations du canal, débit et ressources radio limités, portabilité et mobilité importantes), la Qualité de Service (QdS) associée aux transmissions multimédia n'est plus garantie. En effet, le théorème de séparation de Shannon, justifiant l'approche partielle bloc par bloc, est valide uniquement sous certaines hypothèses (information ergodique et de longueur infinie) qui se vérifient rarement en pratique. Actuellement, il émerge une tendance transverse à considérer conjointement un ensemble de blocs ou couches constituants la chaîne d'émission/réception (modèle OSI) et permettant d'augmenter la qualité visuelle en prenant en compte le contenu, les utilisateurs et les services. Cette tendance consiste à exploiter simultanément, sous contraintes (complexité, énergie), les diversités sources et canal (fréquentielles, spatiales, temporelles) mais également les différentes couches (approche cross-layer). Enfin, garantir une QdS optimale revient à considérer une adaptation permanente de ces systèmes face à la variabilité de l'environnement et des services. Les objectifs de cette journée GDR furent de répondre, via une participation d'acteurs à la fois académiques et industriels, à des besoins sociétaux liés aux techniques de gestion des ressources radios. Ces dernières sont indispensables à la mise en place du concept de "Radio intelligente" et de "wireless green networks" qui ont, entre autre, pour défi d'optimiser la gestion de l'énergie.
   *O*rateurs : Daniel Negru (LABRI), Eric Nassor (Canon Research), Benoît Parrein (IRCCyN), Nesrine Changuel (Alcatel), Cyril Bergeron (THALES Communications & Security), Yves Bervillier (Institut Jean Lamour), Claudio Greco (LTCI, Télécom ParisTech), Muhammad Moiz Anis (Télécom Bretagne), Gwenaël Le Lay (Orange Labs).

2. **Journée Avancées en théorie de l'information et codage-codage et stockage distribués de sources dans les réseaux**
   Date: Novembre 2013.
   Organisée par Abdellatif Zaidi (Université Paris-Est Marne-La-Vallée), Mérouane Debbah (Supélec).

   Cette journée thématique organisée par le GDR ISIS fut consacrée aux dernières avancées dans le domaine du codage distribué de sources et du stockage distribué de l'information. La journée fut également diffusée sur Ximinds : http ://www.ximinds.com.
   *O*rateurs : Gerhard Kramer (TUM, Germany), Prakash Ishwar (Boston University, USA), Michael Gastpar (EPFL, Switzerland), Michèle Wigger (Télécom ParisTech), Jean-Claude Belfiore (Télécom ParisTech), Aslan Tchamkerten (Télécom ParisTech), Stefan Valentin (Alcatel-Lucent, Germany), Laurent Massoulié (INRIA), Jean-Louis Guenego (Supélec), Nicolas Le Scouarnec (Technicolor).

3. **Journée Sécurité au niveau de la couche physique dans les réseaux sans-fil**

Date: Mai 2014.
Organisée par Laura Luzzi (ETIS/ENSEA-UCP-CNRS), Matthieu Bloch (GeorgiaTech).

Avec le déploiement à grande échelle des réseaux sans-fil, garantir la sécurité des communications mobiles est devenu un enjeu majeur. Les réseaux sans-fil sont particulièrement vulnérables aux attaques, car tout nœud se trouvant à proximité de l'émetteur est susceptible d'intercepter la communication. De plus la nature dynamique et décentralisée des réseaux de future génération rend parfois difficile la mise en œuvre de protocoles de sécurité classiques et la gestion des clés secrètes au niveau des couches hautes. La sécurité au niveau de la couche physique offre un nouveau paradigme permettant de prendre en compte et d'exploiter la nature aléatoire des canaux sans fils (bruit, évanouissements, interférence...) afin de garantir un niveau additionnel de protection. Les études en théorie de l'information ont déjà mis en évidence le fort potentiel de la sécurité couche physique, mais son intégration dans les futurs systèmes de communication se heurte toujours à de nombreux défis. L'objectif de cette journée fut de fournir un point de rencontre entre experts pour présenter des avancées récentes et discuter des problèmes ouverts dans ce domaine. En particulier, l'accent a été mis sur les techniques de codages, les systèmes expérimentaux, ainsi que les interactions avec le traitement du signal et la cryptographie.
*O*rateurs : Matthieu Bloch (Georgia Tech), Iulia Tunaru (CEA-Leti, Grenoble and Université Rennes 1), François Delaveau (Thalès Communications & Security), Jean-Claude Belfiore (Télécom-ParisTech), Cong Ling (Imperial College London), Paul Ferrand (INSA Lyon), Mael LeTreust (ETIS/ENSEA-UCP-CNRS), Abdellatif Zaidi (Université Paris-Est Marne-La-Vallée), Pablo Piantanida (Supélec).

4. **Journée Stockage distribué en mémoire tampon dans les réseaux sans fils**
Date: Juin 2014.
Organisée par Mari Kobayashi (Supélec), David Gesbert (EURECOM).

La problématique du stockage distribué, c'est-à-dire l'idée de stocker des données redondantes sur les stations de base de femtocells ou même les terminaux utilisateurs (ou près de ceux-ci), attire une attention considérable dans les milieux industriels et académiques en tant que solution prometteuse permettant de réduire la charge sur le backhaul et réduire la latence des réseaux d'accès sans fil à l'Internet. Même si conceptuellement simples, les techniques dérivées nécessitent des compétences interdisciplinaires et multi-couches (couche PHY, routage) et la prise en compte de diverses contraintes pratiques. L'objectif de la journée GDR est de présenter les progrès récents dans le domaine des politiques du stockage distribué en mémoire tampon (caching) et de discuter les défis liés au design et à l'analyse des solutions stockage distribué de point de vue théorique et pratique.
*O*rateurs : Giuseppe Caire (University of South California, USA), Stefan Valentin (Alcatel Lucent, Germany), Thrasyvoulos Spyropoulos (EURECOM), Luca Muscariello (Orange Lab), Ejder Bastug, (Supélec), Andres Altieri (Supélec).

5. **Journée 5G & Beyond : Promises and Challenges**
Date: October 2014.
Organisée par Sheng Yang (Supélec), Mérouane Debbah (Huawei).

As the worldwide deployment of the long-term evolution (LTE, a.k.a. 4G) system is spreading out, a possible 5G standard is in active discussion and has captured the attention of researchers from both the academia and the industry. While each of the previous generation upgrades brought about 10x increase of system throughput, some

100x or even 1000x improvement is expected for the next decade in order to accommodate the explosion of data traffic, driven by the exponential increase of mobile devices as well as bandwidth consuming applications such as video streaming and mobile gaming. Unarguably, the only ways to fulfil such a demand are through new innovative physical layer techniques with very-high spectral efficiency (e.g., massive MIMO), exploitation of new spectrum toward much higher frequencies (e.g., millimeter wave), and ultra densification of wireless networks. Besides throughput, latency, energy efficiency, and high mobility are all equally important and should be taken into account. The goal of this reunion was for some of the top researchers in the domain to present their vision on what the 5G may look like, their takes on today's hot 5G-related research topics (cloud RAN, massive MIMO, mmWave, small cell, interference alignment, full-duplex radio), and what are the challenges to implement those theoretically appealing techniques. On-going PhD works related to 5G were also presented by students from different universities/institutions in France. A remarkable number of people attended this successful GDR ISIS reunion held in Supélec, Gif-sur-Yvette : around 110 people.
*O*rateurs : Giuseppe Caire (TU-Berlin), Alistair Urie (Alcatel-Lucent), Zheng Chen (Supélec), Raymond Knopp (EURECOM, Sophia Antipolis), Jérémy Nadal (Telecom Bretagne), David Gesbert (EURECOM, Sophia Antipolis), Victor Quintero (INSA/INRIA, Lyon), Markus Mueck (Intel, Munich), Eric Hardouin (Orange Labs), Elie Awwad (Telecom Paristech), Mérouane Debbah (Huawei, Paris).

6. **Journée Spatially-coupled LDPC codes : introduction, theoretical advances and practical applications**
Date: November 2014.
Organisée par Iryna Andriyanova (ETIS/ENSEA-UCP-CNRS), Charly Poulliat (IRIT/ENSEEIHT).

This meeting provided an overview of a new coding technique (the so called spatial coupling), accessible to researchers and students working in the area of communication systems, information theory, coding and signal processing. Spatially-coupled codes are being actively investigated by the coding community, thanks to their outstanding asymptotic performance over a myriad of channel models (e.g. binary erasure channel, Gaussian channel, fading channels, etc.). This code construction has been recently extended to a large number of communication problems, such as transmission over multiple-access and relay channels, the Slepian-Wolf problem, multi-user modulation schemes, etc. In general, the spatial coupled technique (along with its threshold saturation phenomenon) was conjectured to be a general approach to achieve the optimal performance of a transmission system. This GDR-ISIS meeting was organized around the most recent advances in the spatial coupling technique and its applications. The meeting included : a tutorial on the spatial coupling technique (given by Prof. R. Urbanke) ; a session of invited talks by confirmed researchers in the area ; a session of talks by young researchers willing to participate and to present their recent results.
*O*rateurs : Rudiger Urbanke (EPFL, Switzerland), Michael Lentmaier (Lund University, Sweden), Pablo Olmos (Universidad Carlos III de Madrid, Spain), Jean-Pierre Tillich (INRIA), Alexandre Graell i Amat (Chalmers University of Technology, Sweden), Gianluigi Liva (DLR, German Aerospace Center), Najeeb ul Hassan (TU Dresden, Germany), Jean Barbier (ENS, Laboratoire de Physique Statistique), Elsa Dupraz (ETIS/ENSEA-UCP-CNRS), Tarik Benaddi (ENSEEIHT, Laboratoire IRIT).

6.3.2 Journées Transversales inter thèmes

1. **Journée Standard de compression vidéo HEVC et ses implémentations matérielles / logicielles**
   Date: Octobre 2013.
   Organisée par Fan Yang (Université de Bourgogne), Jean François Nezan (INSA Rennes), Marc Antonini (I3S, CNRS, Université de Nice-Sophia Antipolis), thèmes C et D (Axe 1).

   Cette journée a été organisée conjointement entre les thèmes C et D axe 1. Voir la description au paragraphe 5.2.

2. **Journée TRECVID + Qualité et Protection**
   Date: Janvier 2013.
   Organisée par Jenny Benois-Pineau (LaBRI, Université de Bordeaux), Matthieu Cord (LIP6, UPMC, CNRS), Georges Quénot (LIG, CNRS) et William Puech (LIRMM, CNRS, Université de Montpellier 2), thèmes B et D (Axe 1).

   Cette journée était commune avec l'Action IRIM du Thème B axe 4. Voir la description au paragraphe 4.5.4.

3. **Journée Transmission Optique Sans-fil : problématiques et nouvelles avancées**
   Date: Juin 2013.
   Organisée par M. A. Khalighi (Institut Fresnel), B. Fracasso (Télécom Bretagne), S. Sahuguède (XLIM).

   Cette journée organisée par les thèmes A et D du GDR ISIS fut consacrée aux dernières avancées dans le domaine des communications optiques sans-fil (OWC, Optical Wireless Communications). Ces dernières offrent des avantages techniques et opérationnels indéniables tels que : très forte bande-passante, robustesse aux interférences électromagnétiques, très grand confinement spatial permettant une réutilisation illimitée du spectre, sécurité inhérente, efficacité énergétique, absence de réglementation sur l'utilisation du spectre ou encore disponibilité et coût de composants largement utilisés dans les technologies de communications optique. En outre, les systèmes OWC peuvent être appliqués à une large gamme d'applications parmi lesquelles : liaisons LAN "outdoor", liaisons domestiques "indoor", télésurveillance indoor, réseaux de capteurs, éclairage intelligent (VLC), liaisons satellites, plates-formes d'altitude, communications sous-marines, liaisons sans-fil entre puces, cartes et calculateurs. L'objectif de cette journée fut d'aborder les thématiques de recherche les plus récentes sur les systèmes OWC, notamment celles liées aux traitements de la couche physique de transmission.
   Orateurs : Z. Ghassemlooy (Northumbria University), N. Védrenne (ONERA, NICT, CNES), S. Poulenard (EADS ? ASTRIUM), M.A. Khalighi (Institut Fresnel), A. Destrez (Supéléc), S. Sahuguède (XLIM), A. Behlouli (XLIM), N. Barbot(XLIM), H. Al Hajjar (UTC/Télécom Bretagne), M.-S. Alouinii (KAUST Thuwal), M.A. Khalighi (Institut Fresnel).

6.3.3 Journées Inter GDR

1. **Action *Maillages et animations 3D***
   Dates(s): Mai 2013, Juin 2014.
   Animée par Olivier Aubreton, Mohamed Daoudi, Florent Dupont, Frédéric Payan.

L'objectif du colloque AC3D de l'action Maillages et animations 3D est de présenter des travaux en cours sur les techniques qui composent la chaîne "classique" de numérisation d'objets 3D, et également de faire émerger de futurs axes de recherche. Ce colloque se déroule sur deux journées en partenariat avec le GDR IG-RV. Comme les éditions précédentes, le programme scientifique a couvert les 4 grandes thématiques :

- Acquisition,
- Représentation et Maillage,
- Analyse et Traitement (segmentation, protection, etc.),
- Compression.

Sur la période 2013-2014, deux éditions des journées AC3D ont eu lieu :

Journée 1. De l'Acquisition à la Compression des objets 3D (22-24 mai 2013) .
4 tutoriaux présentés par des conférenciers invités, ainsi que 10 exposés (appel à participation) ont été proposés dans chaque thématique. Les tutoriaux étaient :

- Gérard Subsol (LIRMM, CR CNRS Montpellier) : Chaine d'acquisition 3D en paléo-anthropologie
- Adrien Bartoli (ISIT, PU, Clermont-Ferrand) : Concept et mise en oeuvre de la réalité augmentée en coeliochirurgie gynécologique
- Andrew Comport (I3S, CR CNRS, Nice) : Localisation et cartographie visuelle dense en temps-réel
- Guillaume Lavoué (LIRIS, MCF, Lyon,) : Facteurs perceptuels et métriques de qualité pour les maillages statiques et dynamiques et applications à la compression.

Journée 2. De l'Acquisition à la Compression des objets 3D (11-13 juin 2014) .
4 tutoriaux présentés par des conférenciers invités, ainsi que 9 exposés (appel à participation) ont été proposés dans chaque thématique. Les tutoriaux étaient :

- Marc Pierrot Deseilligny (MATIS/IGN) : Traitement de données et protocoles d'acquisition pour le passage à l'échelle dans la numérisation 3D basée image, application au relevé de la tombe de Meremptah (Vallée des rois, Luxor),
- Edmond Boyer (INRIA Rhone Alpes) : Modélisation multi-vues de scènes dynamiques,
- Julien Tierny (CNRS LTCI ; Telecom ParisTech) : Analyse Topologique pour la Visualisation Scientifique,
- Guillaume Moreau (CERMA, Ecole Centrale de Nantes) : Recalage de données vidéos et SIG d'environnements urbains.

2. **Journée Développements récents en focalisation et communication par retournement temporel**
Date: Septembre 2013.
Organisée par Pierre Siohan (Orange Labs), Julien de Rosny (Laboratoire Ondes et Acoustique, ESCPI), Mérouane Debbah (Supélec).

Les miroirs à retournement temporel (RT) initialement développés dans le domaine de l'acoustique ultra-sonore par M. Fink et al., ont, par la suite, intéressé d'autres communautés. En 2008, une première réunion inter GDR associant Ondes et ISIS a porté sur les applications à l'imagerie. Depuis une dizaine d'années un nombre important de recherches concernent également les télécommunications. Le but de cette journée inter GDR fut de faire le point sur les aspects fondamentaux du RT dans les milieux complexes ainsi que d'illustrer et de discuter de différents aspects applicatifs du RT dans le domaine des télécommunications. En particulier les points suivants furent abordés : modélisation du retournement temporel dans les milieux complexes ; les combinaisons RT multi-porteuses multi-antennes ; le MIMO massif et les petites cellules ; les contraintes de réalisation matérielles ; l'efficacité énergétique du RT.
*O*rateurs : Josselin Garnier (Laboratoire de Probabilités et Modèles aléatoires, Laboratoire J. L. Lions, Université Paris VII), Maryline Hélard (IETR), Dinh Thuy Phan Huy (Orange Labs), Emil Bj ornson (Supélec, KTH Stockholm), Jakob Hoydis, (Alcatel Lucent, Stuggart), Messaoud Thameri (Telecom Paris-Tech), Thomas Fromenteze (Université de Limoges), Marc Antoine Bouzigues (Orange Labs).

3. **Journée Efficacité énergétique : Contrôle et gestion des nouveaux dispositifs de génération d'énergie**
   Date: Juin 2014.
   Organisée par Patrice Wira (Université de Haute Alsace), Malek Ghanes (ECS-Lab, ENSEA), Mikael Hilaret (Femto-ST, Université de Franche-Comté).

   L'évolution démographique conduisant à une augmentation des consommations d'énergie, il s'ensuit de nouveaux besoins et attentes en matière de mix énergétique, de gestion de l'énergie et de la consommation de l'énergie pour respecter les enjeux environnementaux de demain. Comment aller vers l'efficacité et la sobriété énergétique, quelle trajectoire pour atteindre le mix énergétique en 2025, dans le respect des engagements climatiques de la France, quels choix en matière d'énergie renouvelable (EnR) et de nouvelles technologies de l'énergie. Toutes les ressources doivent être mobilisées (éolien, solaire thermique et photovoltaïque, biomasse, hydraulique, énergies marines, géothermie) et combinées pour répondre aux besoins de chauffage, d'électricité, de mobilité, de production industrielle. L'objet de cette journée thématique fut d'appréhender les actions de recherche mettant en avant l'efficacité énergétique sous l'angle des problématiques technologiques (du ressort du GDR SEEDS), des problématiques de contrôle, d'observation, de diagnostic et monitoring (GDR MACS), ainsi que des problématiques de mesure et de traitement du signal (GDR ISIS).
   *O*rateurs : Miassa Taleb (Supélec), Philipp Klein (Hochschule Furtwangen University, Germany), Houari Toubakh (Mines, Douai), Jean-Paul Gaubert (LIAS), A. Picot (LAPLACE), Waleed Nwesaty (GIPSA-Lab), Marine Jouin (FEMTO-ST), Florian Simon (société MANASLU Ing.), Manuela Sechilariu (AVENUES-GSU, Université de Technologie de Compiègne), Yujun He (Supélec).

4. **Journée Architectures de Codes Correcteurs d'Erreurs**
   Date: Novembre 2014.
   Organisée par Emmanuel Boutillon (Université de Bretagne Sud), Catherine Douillard (Télécom Bretagne), Michel Jézéquel (Télécom Bretagne).

   L'objectif de cette journée fut de réunir la communauté académique et industrielle française autour du problème de conception de codes correcteurs d'erreurs et des architectures associées. On assiste en effet aujourd'hui à l'émergence de nouveaux codes

(codes polaires, codes LDPC Non Binaires, ...), de nouvelles applications (très haut débit, stockage mémoire), de nouveaux algorithmes de décodage (bit-flipping, FAID) et de nouvelles contraintes (ultra faible consommation par exemple). Cette journée inter-GDR (GDR SoCSiP et GDR ISIS) a fait le point sur ces différentes tendances autour d'exposés et de débats en partenariat avec l'Université de Kaiserslautern (Allemagne).
*O*rateurs : Stefan Weithoffer, Norbert Wehn (Technische Universit at Kaiserslautern), Li Meng (IMEC), Benoît Parrein (Univ-Nantes), David Declercq (ENSEA), Camille Leroux (IPB/ENSEIRB-MATMECA), Valentin Savin (CEA LETI), Philipp Schl afer, Stefan Scholl (Technische Universit at Kaiserslautern), Charbel Abdel Nour (Télécom Bretagne), Emmanuel Boutillon (Lab-STICC/UBS).

Annexes

A Les Actions et les journées d'animation

Liste des Actions et dates des journées

Action Apprentissage (Thème A)
Date(s) : février 2014 12
Action Optimisation (Thème A)
Date(s) : octobre 2013, mai 2014, octobre 2014, novembre 2014 (GDR MIA) . . 13
Action Méthodes de simulation stochastiques (Thème A)
Date(s) : mai 2013 15
Action Estimation et détection en grande dimension (Thème A)
Date(s) : mai 2013 16
Action Signaux & Images sur graphes (Thème A)
Date(s) : novembre 2013 (GDR Phénix) 17
Action Extraction d'information et physique des images (Thème B axe 1 et GDR Ondes)
Date(s) : mars 2013, novembre 2014, mars 2014, octobre 2014 26
Action Images et télédétection (Thème B axe 1)
Date(s) : avril 2014 27
Action Vision 3D (Thème B axe 2)
Date(s) : février 2014 28
Action Visage, geste, action et comportement (Thème B axe 2)
Date(s) : octobre 2013, décembre 2014 28
Action Couleur et dispositifs multimodaux (Thème B axe 3)
Date(s) : mars 2013 et février 2014 (avec axe 2) 29
Action Qualité, images, vidéos et données 3D (Thème B axe 3)
Date(s) : septembre 2013 (GDR Vision) et juin 2014 (GDR Vision) 30
Action Recherche et indexation d'information médicale (Thème B axe 4 et GDR STIC-Santé)
Date(s) : juin 2013, février 2014 32
Action Indexation et recherche d'information multimédia (Thème B axe 4)
Date(s) : janvier 2013 (avec Thème D axe 1), février 2014 33
Action Liage, structuration et fouille de grandes données multimédia (Thème B axe 4)
Date(s) : avril 2013 34
Action Architectures, méthodes et outils pour le TDSI (Thème C)
Date(s) : Janvier 2013, Juillet 2013, Octobre 2013 (avec Thème D axe 1), Juillet 2014, Septembre 2014 (GDR SoC-SiP), Novembre 2014 (GDR SoC-SiP) 36
Action Systèmes bio-inspirés pour le TDSI (Thème C)
Date(s) : Juin 2013 (GDR SoC-SiP et Robotique), Juillet 2014 (GDR SoC-SiP et Robotique) 38
Action Capteurs et systèmes de vision (Thème C)
Date(s) : Octobre 2014 39

Action Compression et Perception (Thème D axe 1)
Date(s) : Octobre 2013 44
Action Protection des données multimédia (Thème D axe 1)
Date(s) : Novembre 2013 44
Action Maillages et animations 3D (Thème D axe 1 et GDR IG-RV)
Date(s) : Mai 2013, Juin 2014 48

Liste des Journées hors Actions

Journée Décompositions tensorielles et applications (Thème A)
Date : 16 janvier 2013 18
Journée Apport des théories de l'incertain en fusion d'informations (Thème A)
Date : 3 octobre 2013 19
Journée Problèmes inverses : approches myopes/aveugles, semi/non supervisées (Thème A)
Date : 6 novembre 2014 19
Journée Transmission Optique Sans-fil : problématiques et nouvelles avancées (Thème A, Thème D)
Date : 7 juin 2013 20
Journée Traitement du signal de données à valeurs complexes (Thème A, Thème B)
Date : 12 juin 2013 20
Journée Co-conception de systèmes hybrides : quand l'instrumentation et les traitements numériques se rencontrent (Thème A, Thème B, Thème C)
Date : 31 octobre 2014 21
Journée Représentations parcimonieuses, échantillonnage compressé et imagerie médicale (Thème A, Thème C)
Date : 19 novembre 2014 22
Journée Outils et méthodes en traitement des signaux électromyographiques (Thème A et GDR Stic-Santé)
Date : 21 mai 2013 22
Journée Journée Thématique Interface-Cerveau Machine (Thème A et GDR Stic-Santé)
Date : 2013-06-27 23
Journée Acquisition/Echantillonnage comprimé : quelles réalisations/applications pratiques ? (Thème A et GDR Soc-SiP)
Date : 2014-09-12 23
Journée Mesure dimensionnelle par vision (Thème B axe 3)
Date : février 2013 et avril 2014 30
Journée Stratégie optimale de transmission de contenus multimédia (Thème D axe 2)
Date : Octobre 2013 45
Journée Avancées en théorie de l'information et codage-codage et stockage distribués de sources dans les réseaux (Thème D axe 2)
Date : Novembre 2013 45
Journée Sécurité au niveau de la couche physique dans les réseaux sans-fil (Thème D axe 2)
Date : Mai 2014 45

Journée Stockage distribué en mémoire tampon dans les réseaux sans fils (Thème D axe 2)
Date : Juin 2014 46
Journée 5G & Beyond : Promises and Challenges (Thème D axe 2)
Date : October 2014 46
Journée Spatially-coupled LDPC codes : introduction, theoretical advances and practical applications (Thème D axe 2)
Date : November 2014 47
Journée Transmission Optique Sans-fil : problématiques et nouvelles avancées (Thème D axe 2)
Date : Juin 2013 48
Journée Développements récents en focalisation et communication par retournement temporel (Thème D axe 2)
Date : Septembre 2013 49
Journée Efficacité énergétique : Contrôle et gestion des nouveaux dispositifs de génération d'énergie (Thème D axe 2)
Date : Juin 2014 50
Journée Architectures de Codes Correcteurs d'Erreurs (Thème D axe 2)
Date : Novembre 2014 50

B Liste des projets jeunes chercheurs 2013

1. **Projet "*Optimisation globale pour la résolution de problèmes parcimonieux en norme ℓ_0*".**
   Porteur(s) : S. Bourguignon (IRCCyN) et J. Ninin (ENSTA Bretagne).
   L'optimisation parcimonieuse en norme ℓ_0 est un problème devenu fréquent en traitement du signal, généralement résolu de manière sous-optimale afin de préserver un faible coût de calcul. Nous souhaitons étudier l'apport de méthodes d'optimisation globale, garanties de converger vers la solution optimale, pour un coût bien plus élevé. Nous pensons que sur certains problèmes difficiles de taille modérée, ces méthodes restent accessibles, là où la combinatoire naïve ne l'est pas et où les approches existantes échouent dans des minima locaux.

2. **Projet "*Nano-cartographie du cytosquelette cellulaire par processus stochastiques*".**
   Porteur(s) : F. Chatelain (GIPSA Lab) et L. Guyon (LPCV).
   La microscopie super-résolution optique est une technique récente qui permet d'améliorer la résolution des images pour passer de quelques centaines à quelques dizaines de nanomètres, et ce sur échantillon biologique vivant. Nous proposons ici d'améliorer l'analyse des piles d'images générés par cette méthode avec une approche bayésienne non paramétrique, pour des piles d'images bruitées. La synergie entre les deux équipes permet à la fois une amélioration des méthodes d'analyse et d'acquisition des données.

3. **Projet "*Méthodes d'optimisation pour l'imagerie biphotonique*".**
   Porteur(s) : E. Chouzenoux (LIGM) et C. Chaux (LATP).
   Ce projet porte sur la restauration de données de microscopie bi-photon. Il allie une partie théorique et une partie applicative. La partie théorique vise à faire le lien entre les approches de type Majoration-Minimisation et les approches proximales. Ces approches seront conjointement considérées dans la partie applicative traitant de restauration d'images issues d'un microscope bi-photon. Une analyse de la nature du bruit ainsi que la prise en compte de la non stationnarité de la PSF seront traitées dans ce projet.

4. **Projet "*Reconfigurable hardware architecture for SLAM*".**
   Porteur(s) : J. Crenne (IMS) et J. Piat (LAAS).
   Utilisation de techniques de reconfiguration dynamique partielle pour le prototypage d'une application de localisation SLAM sur une cible embarquée à base de technologie FPGA.

5. **Projet "*Analyse d'images de télédétection à grande dimension temporelle*".**
   Porteur(s) : R. Flamary (Laboratoire Lagrange), Mauro Dalla Mura (GIPSA-lab), Silvia Valero-Valbuena (CESBIO) et Mathieu Fauvel (DYNAFOR).
   Le but de ce projet est de proposer des méthodes automatiques d'extraction d'information dans des séries d'images de télédétection à haute résolution temporelle. Ces méthodes prendront en compte les propriétés intrinsèques des images multitemporelles : échantillonage temporel irrégulier, image multicomposante et grande masse de données. Elles devront de plus fournir des modèles interprétables qui pourrons être mis à jour itérativement.

6. **Projet "*Segmentation de signaux et images par analyse d'invariance d'echelle, régularite locale et optimisation convexe non-lisse*".**
   Porteur(s) : N. Pustelnik (MP, ENS Lyon) et H. Wendt (IRIT).
   La stationnarité du signal vis-à-vis des paramètres estimés constitue une question fondamentale dans l'analyse des signaux et represente une difficulté centrale dans un

grand nombre d'applications : est-ce que les paramètres estimés sur des portions différentes du signal sont (statistiquement) cohérents ? Nous proposons ici d'aborder cette question de façon originale, en faisant appel à des notions d'invariance d'échelle, d'outils multi-echelle pour la mesure de régularite locale et d'optimisation convexe non-lisse.

7. **Projet "*Traitement d'antennes pour les grands réseaux de capteurs*"**.
   Porteur(s) : P. Vallet (IMS) et R. Couillet (Supélec).
   Ce projet porte sur la détection et la localisation de sources à l'aide de grands réseaux de capteurs, dans un contexte où le nombre d'échantillons des signaux observés est du même ordre de grandeur que le nombre de capteurs. L'objectif est de caractériser statistiquement la dégradation subie par les méthodes classiques dans ce contexte, et d'analyser le gain apporté par certaines méthodes adaptées aux grands réseaux, développées récemment.

C Liste des projets jeunes chercheurs, interdisciplinaires et industriels 2014

1. **Projet "*Apprentissage supervisé et interactif pour la restauration des images*"**.
   Porteur(s) : Ch. Deledalle (IMB) et J. Salmon (Télécom ParisTech).
   Le but de ce projet est de proposer un outil supervisé pour la restauration d'images et plus particulièrement pour le problème de réduction de bruit (ou débruitage). L'introduction des patchs dans les méthodes de débruitage a permis en quelques années de voir fleurir une multitude d'algorithmes atteignant des performances remarquables. A première vue, on pourrait croire que le problème est clos. En exploitant le caractère redondant des patchs de l'image, ces méthodes permettent en effet de reconstruire de manière très fidèle la grande majorité des patchs de l'image (environ 99% pour une image "standard"), d'où les bonnes performances observées. L'intérêt de ce projet n'est pas de diminuer davantage l'erreur d'approximation de ces 99 % de patchs, mais plutôt de se concentrer sur le 1 % restant puisque les structures rares d'une image sont généralement les points d'intérêt de celle-ci, typiquement celles sur lesquelles l'œil est attiré. Une des raisons pour lesquelles ces structures sont mal restaurées, c'est qu'il est très difficile de les modéliser. En effet, de par leur rareté, leur diversité et leur complexité, ces patchs échappent aux modèles usuels tels que les modèles probabilistes ou les modèles variationnelles. Pour cette raison, nous souhaitons explorer le gain qu'apporterait l'utilisateur s'il était sollicité pendant le traitement pour guider le filtrage. L'utilisateur indiquerait explicitement les zones de l'image mal reconstruites, puis à partir de ces zones l'algorithme rechercherait dans une large collection d'images des structures qui y ressemble. L'utilisateur sélectionnerait alors la structure rare à utiliser pour améliorer la restauration. Ce projet requiert donc à la fois des compétences en traitement d'images et du signal, ainsi qu'en modélisation statistique et en fouille de données en grande dimension. De par notre expérience dans le domaine de la restauration d'images et de par les retours d'expériences de chercheurs et industriels, utilisateurs de tels outils, nous pensons que cette étude pourrait susciter un fort intérêt applicatif et ouvrir de nouvelles perspectives en restauration d'images.

2. **Projet "*Optimisation statistique et numérique en microscopie à éclairement structuré (Blind-SIM II)*"**.
   Porteur(s) : J. Idier (IRCCyN) et A. Sentenac (Institut Fresnel).
   Le projet Blind-SIM II s'intéresse à l'analyse et à l'amélioration de Blind-SIM, une nouvelle stratégie de microscopie de fluorescence proposée par l'Institut Fresnel, basée sur des éclairements structurés aléatoires de type speckle [Mudry et coll. 2012]. Blind-SIM II est un projet interdisciplinaire entre le traitement statistique du signal et la conception d'un nouvel instrument optique pour l'imagerie biologique. Simple à mettre en œuvre, Blind-SIM permet d'envisager une imagerie de fluorescence hautement résolue à faible coût. Cependant, la capacité de super-résolution empiriquement observée par Mudry et coll. [2012] reste limitée d'après nos résultats les plus récents. L'objectif de Blind-SIM II est de dépasser ces limites pour tirer le meilleur parti de la microscopie à éclairements structurés aléatoires. Cet objectif nécessite une analyse approfondie du problème en termes d'information et d'inférence. D'une part, une étude informationnelle sera menée pour déterminer l'apport d'éclairements aléatoires en terme de résolution fréquentielle théorique maximale. Cette première étape servira à qualifier les limites de la démarche, mais également à explorer les performances théoriques en fonction des paramètres instrumentaux. Cette analyse est néanmoins rendue déli-

cate par le caractère non gaussien de la vraisemblance. Une approximation gaussienne utilisant les propriétés au second ordre des fluctuations sera d'abord adoptée. Des approches numériques exactes seront ensuite utilisées pour évaluer dans quelle mesure le caractère non gaussien participe au phénomène de super-résolution. D'autre part, un travail sera mené pour proposer un estimateur statistiquement sain et numériquement viable. Cet objectif est motivé par l'analyse que nous avons menée de l'algorithme proposé dans [Mudry et coll. 2012] : bien que numériquement attractif, cet estimateur joint présente un biais, même à grand nombre d'illuminations. Une solution alternative sera donc recherchée, assurant l'absence de biais asymptotique. Une difficulté sera de limiter l'augmentation du coût calculatoire induit par ce changement d'estimateur. En se limitant aux propriétés à l'ordre deux, une piste raisonnable sera de définir un critère de contraste dont la minimisation itérative pourrait être menée pour un coût raisonnable. Des alternatives stochastiques de type SEM ou MCMC seront également envisagées.

3. **Projet** "***Conception interactive d'une hiérarchie de haut niveau sémantique de descripteurs d'images***".
   Porteur(s) : M. Visani (L3i) et Th. Urruty (XLIM/SIC).
   Ce projet porte sur l'indexation d'images, à l'heure où de nouveaux dispositifs facilitent l'interaction du numérique avec l'humain. L'indexation consiste à assigner à chaque image de la base un index représentatif de son contenu, ces index étant réutilisés pour une recherche efficace et pertinente et/ou une navigation ultérieure dans des grandes collections d'images. En l'absence d'annotation manuelle, l'indexation se base généralement sur des descripteurs sémantiquement pauvres (e.g. couleur) extraits automatiquement et souvent éloignés des besoins de l'humain, que ce dernier soit un particulier souhaitant organiser sa collection d'images personnelles, ou un expert du domaine (archiviste, journaliste, etc.).

   Ce projet vise à se rapprocher des souhaits de l'utilisateur en l'impliquant dès la phase d'indexation, à la différence de beaucoup d'approches qui l'impliquent plus tardivement (p. ex. le bouclage de pertinence lors de la phase de recherche). Les travaux que nous avons menés dans le cadre de la thèse de Lai Hien Phuong ont montré la pertinence d'une implication plus précoce de l'humain. L'objectif de ces travaux était de structurer la base d'images en groupes d'images homogènes au sens de l'humain. Nous avons conçu une méthode de clustering semi-supervisé interactif d'images, où l'utilisateur fournit de manière incrémentale une connaissance partielle concernant la pertinence des clusters créés et le système adapte ses clusters à la volée en fonction des retours de l'utilisateur. Mais, de par la nature même du système, le résultat fourni n'est que partiellement généralisable dans un autre contexte (autre base d'images ou base variant avec le temps, multiples utilisateurs, etc.).

   L'objectif de ce projet est de concevoir un système d'indexation interactive permettant d'obtenir en sortie une hiérarchie de haut niveau sémantique de descripteurs, plus facilement généralisable à d'autres contextes qu'une solution de clustering. Cependant, si l'interaction de l'utilisateur avec les images est assez naturelle, il n'en est pas de même de l'interaction directe de l'utilisateur avec les descripteurs extraits automatiquement des images. Cela pose un certain nombre de verrous scientifiques supplémentaires, en termes notamment d'apprentissage semi-supervisé et d'interaction homme-machine, que nous cherchons à adresser dans ce projet.

4. **Projet** "***Prolongement du geste pour la création musicale***".
   Porteur(s) : V. Emiya (LIF), M. Laurière (Laboratoire Jacques-Louis Lions) et Ch. Bas-

cou (Centre National de Création Musicale).
Ce projet est issu d'un problème industriel émanant d'un centre de création musicale : dans un contexte de lutherie numérique où le geste d'un musicien est capté via une surface tactile 2D, le défi consiste à pouvoir prolonger dans le temps un geste musical quelconque, en extrayant ses caractéristiques spécifiques et en générant la suite du mouvement selon ces caractéristiques. Des travaux préliminaires menés par une équipe interdisciplinaire de jeunes chercheurs à l'origine de cette proposition ont permis de dégager les principaux verrous - définition de l'ensemble des gestes possibles, formalisation du problème - et de premières pistes de recherche sur le sujet - étude de l'espace de tels gestes musicaux, de la structure de cet espace, identification de plusieurs modèles, problématiques d'évaluation. Le projet a pour objectifs d'exploiter ces pistes afin de fournir une réponse à la demande industrielle initiale mais également de consolider le début de collaboration initiée récemment.

5. **Projet "*Trajectoires sémantiques pour l'étude de la corrosion*".**
Porteur(s) : R. Péteri (U. de la Rochelle/MIA), E. Kijak (IRISA/TexMex) et X. Feaujas (U. de la Rochelle/LaSIE).
Le contexte général de ce projet est celui du traitement et de l'interprétation d'images de *fracturation par hydrogène (FPH)* pour l'étude de la corrosion des métaux. Ce type particulier de corrosion est une des causes importantes de ruptures de pièces dans l'industrie (portuaire, off-shore, pétrochimie, nucléaire, canalisations d'eau, pipe-lines...). Son étude s'appuie ici sur la collaboration entre des traiteurs d'images (équipe TexMex de l'IRISA de Rennes et le laboratoire MIA de l'université de La Rochelle), et des physiciens spécialisés dans l'étude des mécanismes de corrosion et de dégradation des matériaux (le laboratoire LaSIE de l'université de La Rochelle).

   Il s'agira, à partir d'images fractographiques, d'extraire des informations sémantiques pertinentes permettant de mieux cerner l'évolution de la microstructure et des cinétiques de fissuration dans les métaux, mais également de pouvoir prédire le risque de rupture lié à l'hydrogène.

   L'originalité du projet est d'utiliser comme espace de représentation de ces images un espace dit sémantique, qui est un simplex représentant les probabilités a posteriori d'appartenance de l'image à tous les concepts étudiés (dans notre cas, les différents états du métal). Le simplex sémantique est l'espace des paramètres des lois de probabilités multinomiales. Ce simplex possède une géométrie et une métrique associée (métrique d'information de Fisher) que les notions de similarité et de géodésiques devront prendre en compte.

   L'exploitation de cette représentation par des outils d'analyse de données (filtres numériques, échantillonnage, analyses de trajectoires) permettra de combler le fossé sémantique entre l'interprétation du physicien spécialisé en corrosion et le contenu visuel des images FPH modélisé par les attributs qui en sont extraits. Le but est, au final, de décrire une image comme une proportion de différents états d'avancement de dégradation du métal.

6. **Projet "*Modélisation et synthèse de textures par transport optimal*".**
Porteur(s) : J. Rabin (ENSICAEN/GREYC) et B. Galerne (U. Paris-Descartes/MAP5).
Bien qu'il n'existe pas de consensus pour définir précisément le concept de "texture", il s'agit d'une notion universelle pour décrire, analyser et caractériser des objets. En traitement des images, on citera à titre d'exemple les problèmes de segmentation, de classification ou d'indexation de base de d'images par le contenu reposant sur des des-

cripteurs de texture, de détection d'anomalies en imagerie médicale (par exemple pour la détection de cancer du sein, ou de l'ostéoporose), de séparation de sources (imagerie sismique), ou encore de compression et de restauration des images.

Nous nous intéressons dans ce projet à la modélisation et la synthèse de texture en traitement d'images. Il s'agit, étant donné une ou plusieurs textures données en exemple, d'en définir un modèle mathématique pertinent permettant de générer un nombre arbitraire de nouvelles images qui soient différentes des exemples (au niveau pixellique), mais fortement similaires d'un point de vue perceptuel. Parmi l'ensemble des approches proposées dans la littérature, deux grandes familles méthodologiques sont utilisées en pratique, ayant chacune leurs avantages et leurs inconvénients : i) les méthodes par recopie ordonnées des pixels donnés en exemple dans une nouvelle image, selon la similarité de leur voisinage (ou "patch"), à la manière d'un patchwork, et ii) les méthodes générant une nouvelle image aléatoire satisfaisant des contraintes statistiques inférées à partir des textures d'exemples.

Ce projet vise à unifier ces deux approches en développant de nouveaux outils pour la synthèse de texture dans le cadre du transport optimal. Il s'agit de procéder à la synthèse d'une nouvelle image de texture à partir d'un exemple, en considérant l'ensemble des patchs des deux images et en minimisant le coût global de mise en correspondance. Ce cadre de travail permet à la fois de satisfaire des contraintes statistiques (globales et locales) tout en bénéficiant de la généricité des modèles de texture par distribution de patchs. Cependant, certains défis scientifiques sont à lever pour que l'approche proposée soit pertinente, notamment des problèmes d'approximation du transport optimal afin de réduire le temps d'exécution, de modélisation multi-échelle et multi-modale des images afin de capturer l'ensemble des caractéristiques des textures analysées, ou encore de régularisation du transport afin de limiter l'apparition d'artefacts.

7. **Projet** "***Traitement d'images pour la mécanique des solides expérimentale***".
   Porteur(s) : F. Sur (LORIA) et M. Grédiac (Institut Pascal).
   En mécanique des solides expérimentale, une activité très importante consiste à caractériser les propriétés de matériaux soumis à des sollicitations thermomécaniques, ce qui nécessite de mesurer des déformations. Les capteurs utilisés classiquement dans ce but sont les jauges de déformation électriques qui délivrent des informations ponctuelles. D'autres moyens de mesure ont émergé puis diffusé de façon spectaculaire ces dernières années : les techniques de mesure sans contact. La raison essentielle est qu'elles permettent d'accéder à des champs entiers de mesures, et donc de détecter et de quantifier des hétérogénéités dans les champs de déformations et de déplacements. Ces techniques sont basées sur la comparaison d'images de la surface du matériau considéré, avant et après déformation. Plus précisément, un motif contrasté est déposé sur la surface du matériau (la surface elle-même peut suffire dans certains cas), et l'évolution de l'image du motif permet de déduire un champ de déplacements, puis de déformations locales. Le problème est caractérisé par les faibles déformations généralement mesurées (souvent de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-4}). Concernant les techniques en lumière blanche qui sont celles connaissant le plus de succès, deux méthodes principales coexistent : celles basées sur des motifs réguliers (des grilles) dont les déformations sont obtenues par transformée de Fourier à fenêtre, et celles basées sur des motifs aléatoires (des mouchetis ou speckle) dont les déformations sont obtenues par corrélation d'images. Il faut souligner qu'à dimensions de base de mesure égales, les performances métrologiques de ces techniques sont inférieures à celles des jauges de déformation classiques. Leur succès est donc lié à leur capacité à délivrer des mesures denses, mais l'amélio-

ration des performances métrologiques représente un problème ouvert concernant au premier chef la mécanique et le traitement d'images. Les partenaires du projet proposé collaborent depuis juin 2012 dans l'objectif de proposer un fondement rigoureux à l'analyse de ces images, de manière à aboutir à des caractéristiques métrologiques certifiées au sens où l'on souhaite connaître le lien qui existe entre les valeurs affichées sur une carte et la valeur exacte. En effet, aucune norme permettant de qualifier les performances métrologiques des techniques de mesure de champs n'est disponible à ce jour, ce qui est rédhibitoire pour une diffusion large dans l'industrie. Ce projet est clairement interdisciplinaire. L'un des partenaires (Institut Pascal à Clermont-Ferrand) est spécialiste de la mécanique des matériaux et des mesures de champs par la méthode de grille ou par corrélation d'images de mouchetis, l'autre (LORIA à Nancy) apporte ses compétences en mathématiques appliquées au traitement d'images. Ce type de collaboration est original pour les questions de la mécanique des solides, et apporte aussi des problèmes nouveaux dans le domaine du traitement d'images.

D Liste des aides à la mobilité des doctorants

Doctorant	Encadrant	Labo d'origine	Destination	Sujet	Durée	Subv.
Hiba Haj Chhade	Fahed Abdallah	Heudiasyc	Université Libanaise	Fusion de données dans les réseaux de capteurs pour la détection de mines explosives	1 mois	1000 €
Julian Quiroga	James Crowley	INRIA Rhônes Alpes	Université de Fribourg	Nonrigid structure from motion using RGB-Z cameras	6 mois	1000 €
Florence Andreacola	Eric SanJuan	LIA	Université de Turin	Le musée, le web et les "visiteurs augmentés"	3 mois	1500 €
Amaury Dehecq	Emmanuel Trouvé	LISTIC	University of Edinburgh	Étude de l'évolution de la dynamique des glaciers himalayens et alpins	1 mois	1500 €
Nhat-Quang Nhan	Emanuel Radoi	Lab-STICC	Memorial University	Association et optimisation conjointe de codes LDPC non-binaires aux systèmes MIMO à diversité d'émission utilisés dans le standard LTE	2 mois	1500 €
Natalia Neverova	Christian Wolf	LIRIS	Université de Guelph	Interactions hommes-robots : détection et reconnaissance visuelle	3 mois	1500 €
Yann Le Gall	Ronan Fablet	Lab-STICC	University of Victoria	Opportunités et limitations informationnelles du canal acoustique sous-marin pour la résolution de problèmes inverses en acoustique passive	4 mois	1500 €
Petra Bosilj	Sébastien Lefèvre & Ewa Kijak	IRISA	Johann Bernoulli Institute	New techniques for image description in content-based image retrieval	3 mois	1500 €
Ronan Hamon	Pierre Borgnat & Patrick Flandrin	Lab. Physique de Lyon	Lab. Lagrange, Nice	NMF sur graphe	15 jours	750 €
Vincent Itier	William Puech	LIRMM	University of York	Insertion de données cachées dans des maillages 3D	1 mois	1500 €
Nagning Zhao	Denis Kouamé & Jean-Yves Tourneret	IRIT	Université Paris-Est	Optimization methods for joint deconvolution and segmentation of ultrasound images	1 mois	750 €
Mohanad Albughdadi	Lofti Chaari & Jean-Yves Tourneret	IRIT	INRIA Rhônes Alpes	Sélection de modèles pour la parcellisation-détection-estimation conjointe (PDEC) en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)	15 jours	500 €
Simon Durand	Bertrand David & Gaël Richard	LTCI	NY University	Traitement du signal musical et réseaux de neurones profonds	2 mois	1500 €
Maria Méndez	Guy Gogniat	Lab-STICC	Ruhr-University Bochum	Validation des services d'un système d'exploitation générique sur une architecture many-core	4 mois	1500 €
Bastien Pasdeloup	Vincent Gripon, Grégoire Mercier & Dominique Pastor	Lab-STICC	Université de McGill	Étude du traitement de signal sur graphe d'un point de vue issu de l'algorithmique distribuée	2 mois	1500 €

E Programme de l'assemblée générale 2015

Lundi 30 mars 2015

A partir de 11h30 :	Accueil
14h 00 :	**Séance plénière** : **Bilan 2013-2014 : Présentation du rapport d'activité par thème A,B,C,D du GDR.** **Rapport d'activité du club des partenaires, du réseau de doctorants.**
16h 30 :	Pause
17h 00 :	**Conférence : Jean-François Cardoso,** DR CNRS, LTCI - Telecom ParisTech. « *Le traitement des signaux de la mission Planck ou comment tirer le portrait de notre Univers dans son enfance.* »
18h 00 :	**Présentation scientifique (Affiches)** (description détaillée en page suivante) **- doctorants** ayant fait une mobilité soutenue par le GdR ISIS, **- Projets jeunes chercheurs** 2013 du GdR ISIS
19h30 :	**Fin de la session** // Comité de direction
20h :	Repas

Mardi 31 mars 2015

9h 00 :	**Atelier prospective** thème B *//* thème C
10h 30 :	Pause
11h 00 :	**Conférence : Maureen Clerc,** équipe Athena, INRIA Sophia Antipolis Méditerranée, *« Méthodes et outils pour une observation dynamique du cerveau. »*
12h 00 :	Repas
12h30 **14h 00** :	**Atelier prospective** thème A *//* thème D
15h 30 :	Pause
16h 00 :	**Conférence : Arshia Cont,** IRCAM, équipe-projet MuTant (IRCAM, CNRS, INRIA, UPMC) *« Approche Cyber-Physique pour accompagnement musicale temps réel dans Antescofo. »*
17h 00 : **17h 30** :	**Echange avec l'institut INS2I du CNRS** (Wilfried Perruquetti, Christian Jutten) **Synthèse du travail de prospectives**
19h 30 :	Cocktail / Repas

Mercredi 1er avril 2014

9h :	**Inter-GdR**. Présentation des GdR Madics (Christine Collet), Stic-Santé (Françoise Peyrin).
9h50 :	**Signaux, images: quelle visibilité, quels prix ?** (Odile Macchi, Académie des Sciences)
10h10 :	**Nouvelles du CNU section 61** (Philippe Bolon)
10h30 :	Pause
11h 00 :	**Conférence : Marc Lelarge,** INRIA-ENS, *« Algorithmes spectraux pour la détection de communautés. »*
12h00 :	**Clôture** de l'assemblée générale.
12h 15 :	Repas buffet

Présentations scientifiques par les doctorants ayant fait une mobilité soutenue par le GdR ISIS

- Nhat-Quang NHAN (Telecom Bretagne) : Multiple-Votes Parallel Symbol-Flipping Decoding Algorithm for Non-Binary LDPC Codes.

- Yann Le Gall (Lab-STICC) : Approche Bayésienne pour la localisation de source dans un guide d'onde océanique incertain.

- Ronan Hamon (ENS Lyon) : Factorisation de réseaux temporels : étude des rythmes hebdomadaires du système Vélo'v.

- Petra Bosilj (IRISA) : Local descriptors based on 2D connected pattern spectra.

- Amaury Dehecq (LISTIC) : Deriving large scale glacier velocities from a complete satellite archive.

Présentations scientifiques par les responsables des projets jeunes chercheurs 2013 du GdR ISIS

- Sébastien Bourguignon (IRCCyN) : optimisation globale pour la résolution de problèmes parcimonieux en norme l_0.

- Caroline Chaux-Moulin (I2M) : méthodes d'optimisation pour l'imagerie photonique.

- Jérémie Crenne (IMS) : reconfigurable hardware architecture for SLAM.

- Rémi Flamary (Laboratoire Lagrange) : analyse d'images de télédétection à grande dimension temporelle.

- Nelly Pustelnik (ENS Lyon) : segmentation de signaux et images par analyse d'invariance d'échelle, régularité locale et optimisation convexe non lisse.

- Pascal Vallet (IMS) : traitement d'antennes pour les grands réseaux de capteurs.

Conférence : Jean-François Cardoso, DR CNRS, LTCI - Telecom ParisTech.

« *Le traitement des signaux de la mission Planck ou comment tirer le portrait de notre Univers dans son enfance.* »

Résumé : Le satellite cosmologique Planck --une mission de l'Agence Spatiale Européenne-- lancé par Ariane 5 en mai 2009, stabilisé au second point de Lagrange, a mesuré pendant presque 3 ans, dans toutes les directions du ciel, l'intensité et la polarisation du rayonnement micro-ondes dans neuf canaux de fréquence, avec une résolution et une sensibilité inégalées, grâce à ses capteurs refroidis à un dixième de degré au dessus du zéro absolu.

Beaucoup de technologie pour une superbe masse de données, mais pour en extraire la substantifique et scientifique moelle, le logiciel doit prendre le pas sur le matériel. Cet exposé donnera une vue d'ensemble du traitement des signaux de Planck et de leur exploitation statistique. Je décrirai la chaîne de traitement, partant des mesures pour aboutir à une carte plein-ciel du rayonnement fossile qui est (presque) littéralement un instantané de notre Univers dans sa prime jeunesse: âgé de 360,000 ans, il est à peine formé, mais plein de promesses. Si le temps le permet, j'évoquerai aussi nos dernières mesures de la polarisation du rayonnement fossile, à peine livrées, qui ouvrent une fenêtre sur l'inflation primordiale.

Conférence : Maureen Clerc, équipe Athena, INRIA Sophia Antipolis Méditerranée,

« Méthodes et outils pour une observation dynamique du cerveau. »

Résumé : Parmi les différentes modalités d'imagerie cérébrale, celles mesurant l'activité électrique du cerveau occupent une place à part. En effet, leur excellente résolution temporelle permet de bien rendre compte de la dynamique des assemblées de neurones.
Nous expliquerons comment cartographier l'activité des régions cérébrales à partir de mesures, en s'appuyant sur des modèles détaillés d'anatomie.
Nous présenterons les problèmes inverses associés, dans les domaines spatial (localisation de sources, estimation de conductivités) et temporel (estimation de la dynamique de l'activation des régions).
Parmi les tendances actuelles dans ce domaine, nous aborderons l'analyse en "essai par essai", des méthodes adaptatives pour accélérer les protocoles expérimentaux, et les analyses en temps réel, utilisées dans les interfaces cerveau-ordinateur.

Conférence : Arshia Cont, IRCAM, équipe-projet MuTant (IRCAM, CNRS, INRIA, UPMC)

« Approche Cyber-Physique pour accompagnement musicale temps réel dans Antescofo. »

Abstract: A system capable of undertaking automatic musical accompaniment with human musicians should be minimally able to undertake real-time listening of incoming music signals from human musicians, and synchronize its own actions in real-time with that of musicians according to a music score. To this, one must also add the following requirements to assure correctness: Fault-tolerance to human or machine listening errors, and best-effort (in contrast to optimal) strategies for synchronizing heterogeneous flows of information. Our approach in Antescofo consists of a tight coupling of real-time Machine Listening and Reactive and Timed-Synchronous systems. The machine listening in Antescofo is in charge of encoding the dynamics of the outside environment (i.e. musicians) in terms of incoming events, tempo and other parameters from incoming polyphonic audio signal; whereas the synchronous timed and reactive component is in charge of assuring correctness of generated accompaniment. The novelty in Antescofo approach lies in its focus on Time as a semantic property tied to correctness rather than a performance metric. Creating automatic accompaniment out of symbolic (MIDI) or audio data follows the same procedure, with explicit attributes for synchronization and fault-tolerance strategies in the language that might vary between different styles of music. In this sense, Antescofo is a cyber-physical system featuring a tight integration of, and coordination between heterogeneous systems including human musicians in the loop of computing.

Conférence : Marc Lelarge, INRIA-ENS,

« Algorithmes spectraux pour la détection de communautés. »

Abstract: Community detection consists in identification of groups of similar items within a population. In the context of online social networks, it is a useful primitive for recommending either contacts or news items to users. We will consider a particular generative probabilistic model for the observations, namely the so-called stochastic block model, and generalizations thereof. We will describe spectral transformations and associated clustering schemes for partitioning objects into distinct groups. Exploiting results on the spectrum of random graphs, we will establish consistency of these approaches under suitable assumptions, namely presence of a sufficiently strong signal in the observed data.