

Journées Des Doctorants de l'Institut Fresnel

16 et 17 juin 2011



Pont-Royal-en-Provence

JOURNEES DES DOCTORANTS 2011

- 1^{ère} années = posters (2 sessions de 10 posters)
- 2^{ème} années = présentations orales de 10 mn (17 exposés)
- 3^{ème} années = présentations orales de 15 mn (10 exposés)

Rappel des consignes de présentation :

Partie pédagogique d'introduction accessible à tous

Partie plus technique pour les scientifiques généralistes

Exposé présentant les résultats obtenus, impacts, limites, applications...

Exposé en Français très apprécié

A chaque pause, merci aux doctorants de télécharger leur présentation sur le PC pour la session suivante...

Nous attirons votre attention sur l'importance du respect du temps de parole de chacun pour le bon déroulement de ces journées !

Jeudi 16 juin 2011

CLARTE
 GSM
 HIPE
 MAP2
 MOSAIC
 PHYTI
 RCMO
 SEMO

9H00	Accueil en Salle Artemisia (n°53 sur Plan) + Introduction		
9H15	KRESS Alla	3A	Probing orientational order of MHC Class I Protein and Lipids in Cell Membranes by Fluorescence Polarisation-resolved Imaging
9H30	FU Xinghai	2A	Etude théorique et expérimentale de l'interaction laser/ couches minces optiques en régime nanoseconde
9H40	JAY Sylvain	2A	Détection et estimation en imagerie hyperspectrale : application à l'environnement côtier
9H50	SORCE Stéphane	3A	Filtre Mosaïque Hyperspectral
10H05	SHU Da	2A	Réseaux résonnants accordables pour filtrage optique bande étroite
10H15	VIAL Benjamin	2A	Développement de filtres multi-spectraux dans l'infrarouge à base de structures plasmoniques
10H25 à 10H45 Pause			
10H45	GIRARD Jules	3A	Microscopie super-résolue par éclairage structuré : fluorescence et tomographie diffractive
11H00	JIANG Haiping	3A	Detection and characterization of contours in images by subspace-based methods
11H15	ARHAB Slimane	2A	Profilométrie Optique de Surfaces Rugueuses par Méthodes Inverses de Diffraction Electromagnétiques
11H25	BERTO Pascal	2A	Contraste de phase en microscopie CARS plein champ
11H35	ZHANG Yi	2A	Optimizing signal processing techniques for MIMO sensor networks
11H45 à 15H00	Pause déjeuner 12h00 : Restaurant du Golf (n°61 sur le Plan) entre 13h et 14h : Remise des clés échelonnée à la Réception (n°56 sur le Plan)		
15H00	KADIC Muamer	3A	Métamatériaux pour les plasmons de surface
15H15	NDIAYE Césaire	2A	Imagerie ellipsométrique sélective sur champ diffus - Nouvelles techniques de microscopie (SPR & SEEC)
15H25 à 16H30	SESSION POSTERS 1^{ère} ANNEES (cf. détail) Pause café permanente en salle + 5 mn pour orateurs		
16H30	MUDRY Emeric	2A	Développement d'algorithmes d'inversion pour la microscopie optique à éclairage structuré
16H40	AOUANI Heykel	3A	Nano-antennes optiques pour l'exaltation et le contrôle de fluorescence moléculaire dans des volumes sub-longueur d'onde
16H55	Clôture de la journée		
17H00 à 20H00	Activités 20h00 : Restaurant Place de la Mairie (n°33 ou 34 sur le Plan) Après le repas, possibilité de boire un verre à vos frais (n°34 et 61 sur le Plan)		

Composition de la Première Session Posters

Jeudi 16 juin - 15H25 - 16H25

BIOUD Fatma-Zohra	MOSAIC	S. Brasselet F. Pavone	Lecture de l'organisation moléculaire par microscopie CARS
BOUGHNIM Nabil	GSM	S. Bourennane C. Fossati	Traitement du signal pour interface de communication homme machine sans contact
CHANG Tieh-Ming	CLARTE	S. Enoch	Transformational lens through a stack of toroidal channels in PMMA
GABRIEL Chadi	GSM	S. Bourennane A. Khalighi	Intégration et validation d'un système modulaire de capteurs et d'analyseurs sur une charge utile de bio-géochimie pour les ROVs et les observatoires
LEMAIRE Mathias	GSM	S. Bourennane	Modélisation Parafac sous contraintes appliquée au traitement d'images hyper-spectrales
LIU Yan	CLARTE	S. Guenneau B. Gralak	Homogenization of the periodic photonic structures and its application to metamaterials
MAILLARD Vincent	MOSAIC	S. Brasselet	Polarimétrie non-linéaire dans des nanoparticules d'or isolées non-centrosymétriques
FALL Mandiaye	CLARTE	B. Stout (CEA Grenoble)	Modélisation multi-échelle de système nanophotoniques - Application à l'optimisation de systèmes d'imagerie
NOUNOUH Soufiane	HIPE	C. Eyraud A. Litman	Optimisation d'un dispositif d'imagerie du proche sous-sol
ZHANG Ting	SEMO	K. Belkebir P.C Chaumet	Imagerie d'objet enfouis en utilisant la décomposition de l'opérateur de retournement temporel

Vendredi 17 juin 2011



9H00	Petit-déjeuner à l'Hôtel du Golf (n°1 sur le Plan) entre 7h00 et 9h00 Accueil en Salle Artemisia (n°53 sur Plan)		
9H15	AIT-BELKACEM Dora	3A	Microscopie non-linéaire résolue en polarisation du collagène de type I
9H30	LIU Xuefeng	2A	Noise Reduction in Hyperspectral Image
9H40	GAO Lihong	2A	A posteriori determination of the opto-geometrical parameters (thickness, refractive index) of metallic or dielectric thin film coatings inside a stack. Application to Thin Film Reverse Engineering.
9H50	KHELIFI Riad	3A	Classification and Segmentation of hyper and multi-spectral medical images
10H05	REHN Simon	2A	Blood flow estimation with optical fluorescence imaging
10H15	ARNAUBEC Aurélien	2A	Outils d'évaluation des techniques radar polarimétriques, interférométriques pour la surveillance de l'environnement
10H25	BON Pierre	3A	Microscopie de phase quantitative par analyse de front d'onde
10H25 à 10H45	Pause Remise des clés à la réception pour ceux ne l'ayant pas fait au petit-déjeuner		
10H45	Anne-Lise GALLAIS-DURING, Ancienne doctorante de l'Institut Fresnel, Ingénieur-Chercheur au CEA Cadarache - LAMIR (Laboratoire Migration des Radio-éléments)		
11H15	DUPONT Guillaume	2A	Métamatériaux pour les ondes de pression acoustiques : invisibilité et lentilles
11H25	CAILLY Alexis	2A	Algèbres Multilinéaires et Méthodes tensorielles pour la séparation et la classification en imagerie hyperspectrale
11H35	CASADESSUS Olivier	2A	Imagerie et caractérisation des milieux diffusants : Application à l'étude de la cornée humaine
11H45 à 15H00	Pause déjeuner 12h00 : Restaurant du Golf (n°61 sur le Plan)		
15H00	YIN Yi	3A	Automatic detection of retinal blood vessels using a statistical-based tracking method
15H15	RUAN Yi	2A	Imagerie d'objet enfouis en utilisant la décomposition de l'opérateur de retournement temporel
15H25 à 16H30	SESSION POSTERS 1^{ère} ANNEES (cf. détail) Pause café permanente en salle + 5 mn pour orateurs		
16H40	Délibérations et Remise des Prix par le Jury		
17H00	Départ Ceux qui le souhaitent peuvent profiter du site et des infrastructures jusqu'à la fermeture des restaurants le soir...		

Composition de la Deuxième Session Posters

Vendredi 17 juin - 15H35 - 16H35

GOULDIEFF Céline	MAP2	J-Y Natoli F. Wagner	Interaction laser-matière dans les composants optiques complexes
LIN Tao	GSM	S. Bourennane	Hyperspectral image processing by multilevel tensor
MIRET David	SEMO	M. Saillard G. Soriano	Diffraction électromagnétique par des surfaces rugueuses en incidence rasante : application à la surface de la mer
PASTORELLI Francesco	CLARTE	N. Bonod J. Martorell	Light trapping in solar cells
ROLLY Brice	CLARTE	B. Stout N. Bonod	Nano-antennes optiques
VALADES Cesar	MOSAIC	H. Rigneault	Mesure de la température de molécules individuelles par imagerie optique de super-résolution
VILLEMIN Guilhem	GSM	C. Fossati S. Bourennane	Traitement du Signal Multidimensionnel : application au réseau de capteurs
WANG Xiao	MOSAIC	S. Brasselet P. Ferrand	Research on cell membrane by one-photon polarimetric fluorescence microscopy
XIAO Zhiyong	GSM	S. Bourennane M. Adel	Image Segmentation using Model-based Clustering
YANG Guowei	GSM	S. Bourennane A. Khalighi	Spatial Diversity Techniques for Free-Space Optical Communication Systems

PRESENTATIONS

Probing orientational order of MHC Class I Protein and Lipids in Cell Membranes by Fluorescence Polarisation-resolved Imaging

Alla KRESS – MOSAIC

Directeurs de thèse : Hervé Rigneault, Sophie Brasselet / CIML - INSERM, UMR-S 631

Biomolecular orientational organization of lipids and proteins in plasma membrane is a crucial factor in biological processes where functions can be closely related to orientation and ordering mechanisms. The concept of transient nanosized phase separations in ordered and disordered domains, called “lipid rafts” is now widely accepted. Furthermore, the ordered domains are enriched in signalling proteins, which highlights the crucial impact of phase separation during the signalling processes. While this field has been so far largely addressed by studying the translational diffusion behaviour of membrane proteins by Single Molecule Tracking or Fluorescence Correlation Spectroscopy, only little is known about the orientational behaviour of signalling proteins in plasma membranes, mainly due to the lack of appropriate rigid fluorescent label which would be able to act as a proper orientation reporter. In this work we develop a fully polarization-resolved fluorescence imaging technique using a tuneable incident polarization state (“fluorescence polarimetry”), in combination with fluorescence anisotropy imaging, in order to provide orientational order information in very general cell membranes shapes.

We apply this technique to the measurement of quantitative orientational distribution of MHC Class I proteins in the plasma and nuclear membranes, benefiting from a rigidly attached GFP probe. The surrounding lipid orientational order in the plasma membrane is additionally probed using the fluorescent reporter di-8-ANEPPQ. The MHC Class I protein is found to be more ordered in the plasma membrane as compared to the nuclear membrane. Both MHC I and di-8-ANEPPQ orientational orders in the plasma membrane are furthermore seen to be highly affected by actin depolymerisation upon Latrunculin A treatment, with variations that indicate both a structural change in the membrane morphology and a disruption of MHC I – actin interactions.

Etude théorique et expérimentale de l'interaction laser/ couches minces optiques en régime nanoseconde

Xinghai FU - MAP2

Directeurs de thèse : Mireille Commandré, Laurent Gallais

Le sujet de la thèse s'inscrit dans la thématique de l'endommagement laser dans les couches minces optiques en régime nanoseconde. Le but est d'améliorer notre compréhension des mécanismes d'initiation de l'endommagement sur des défauts absorbants. Ces défauts micro-nanométriques agissent comme une source thermique sous irradiation laser entraînant de forts échauffements dans la structure des empilements multicouches, pouvant aboutir à la fusion ou vaporisation du matériau.

La thèse comporte deux volets : une partie théorique consistant à modéliser l'interaction laser/défaut, cette modélisation est effectuée sous COMSOL à l'aide de modèles 3D, permettant de prendre en compte l'aspect électromagnétique et thermique, dans des structures arbitraires ; sur la partie expérimentale, des billes d'or sont employées sur la silice par spinning-coating comme des défauts absorbants, d'ailleurs, des couches minces constituées de mélanges de matériaux sont pris en compte comme des milieux particuliers. Les caractérisations d'endommagement sont effectuées en régime nanoseconde sur ces échantillons.

Détection et estimation en imagerie hyperspectrale : application à l'environnement côtier

Sylvain JAY – GSM

Directeur de thèse : Mireille Guillaume

Durant cette thèse, nous attachons à la problématique de la détection de cibles immergées en environnement côtier en imagerie hyperspectrale.

En milieu marin, les détecteurs classiques deviennent inefficaces lorsque la profondeur augmente. Cela est dû à la déformation progressive du spectre par la couche d'eau située au-dessus de la cible. Pour conserver de bonnes performances, il faut donc, dans la mesure du possible, essayer de corriger cette distorsion grâce à un modèle bathymétrique de réflectance que l'on incorporera dans les filtres de détection.

Bien entendu, cette méthode requiert d'avoir des connaissances *a priori* sur les paramètres du modèle ; le cas échéant, on estimera ces données par la méthode du maximum de vraisemblance.

Filtre Mosaïque Hyperspectral

Stéphane SORCE - RCMO

Directeurs de thèse : Laëtitia ABEL-TIBERINI, Michel LEQUIME

L'objectif de cette thèse est de remplacer les traditionnelles roues à filtres par des matrices de filtres. Cette matrice de filtre, aussi appelée filtre mosaïque hyperspectral, est composée d'empilements interférentiels de couches minces, directement rapportés sur le capteur. L'avantage de ce filtre mosaïque est qu'il a un poids et un volume négligeable par rapport à une roue à filtre. Pour pouvoir réaliser ces filtres, il faudra trouver un moyen fiable permettant de réaliser une matrice de filtres en couches minces optiques dont la taille du motif est égale à la taille d'un pixel du capteur associé (~10 μ m de côté). Cela nécessite de repousser la limite technologique actuelle grâce à des procédés innovants en optimisant d'une part les techniques de dépôts de couches minces et d'autre part les techniques types de la microélectronique. Actuellement deux pistes sont en cours d'étude.

En parallèle de ces recherches, un banc de mesure a été développé pour pouvoir mesurer les fonctions optiques réalisées pour chaque pixel d'une mosaïque à chaque étape du processus de fabrication. Ce banc, entièrement automatisé, permet de mesurer très localement le spectre de transmission d'un filtre, dans la gamme 400-1100nm, avec une résolution spatiale de 2 μ m et une résolution spectrale de 0,5nm.

Réseaux résonnants accordables pour filtrage optique bande étroite

SHU Da - CLARTE

Directeur de thèse : Evgueni POPOV Co-directeur : Anne-laure FEHREMBACH

Le cadre de cette thèse est l'étude des réseaux bi périodiques résonnants accordable. Les réseaux résonnants sont des structures composées d'une nano structuration périodique gravée sur un empilement de quelques couches diélectriques. Pour une incidence donnée (une longueur d'onde et un angle donnés), un pic de résonance en réflexion due à l'excitation d'un mode guidé va apparaître. Le pic présente les qualités requises pour filtrage spectrale, pour applications en capteurs optiques...

L'objectif de la thèse est l'étude des conséquences d'introduction de matériaux actifs (anisotropes) sur les propriétés du pic de résonance. Le travail principal consiste de la réalisation d'un outil électromagnétique numérique pour modéliser l'interaction de la lumière avec des composants structurés périodiquement à l'échelle de longueur d'onde dans les matériaux anisotropes. En suite, nous identifions les configurations où réseaux résonnants présentera de hautes performances de filtrage avec large bande spectrale accordabilité.

Depuis le début de la thèse nous avons développé un programme sur la base d'un modèle composé par les couches homogènes et réseaux anisotropes. En raison de ses fortes propriétés électro-optiques le cristal LiNbO3 devient l'objectif principal qui nous nous sommes concentrés dans ce stade. Nous recherchons une structure qui posséder la performance appropriée de résonance accordable en vertu de l'état de champ électrique appliqué.

Développement de filtres multi-spectraux dans l'infrarouge à base de structures plasmoniques

Benjamin VIAL – MAP2

Directeurs de thèse : Mireille Commandré / Stéphane Tisserand (Silios)

La solution classique pour réaliser des filtres en transmission dans l'infra rouge moyen ou lointain (bandes 2 et 3, de 3 à 5 μm et de 8 à 14 μm) est basée sur la technologie multicouches et nécessite quelques dizaines de couches diélectriques. Les structures de type plasmonique sont constituées typiquement d'un substrat isolant sur lequel on dépose une couche métallique qui est ensuite microstructurée, et pourraient avantageusement remplacer les composants multicouches pour la réalisation de filtres en transmission, permettant une simplification du procédé de fabrication et une réduction du coût.

La modélisation de telles structures est réalisée par la méthode des éléments finis (FEM). Des codes développés à l'Institut Fresnel permettent de calculer le champ électromagnétique diffracté par des réseaux et d'en déduire les efficacités de diffraction. On peut ainsi en faisant varier la longueur d'onde obtenir la réponse spectrale des structures étudiées.

Néanmoins, puisque nous recherchons à réaliser des filtres résonnants, l'étude des fréquences propres de la structure semble plus appropriée. La résolution du problème aux valeurs propres par la FEM permet ainsi d'obtenir les fréquences propres complexes de la structure. Ces fréquences propres sont aussi des pôles du coefficient de transmission.

Microscopie super-résolue par éclairage structuré : fluorescence et tomographie diffractive.

Jules GIRARD - SEMO

Directrice de thèse : Anne SENTENAC

Mon sujet de thèse porte sur la microscopie optique super-résolue. En microscopie optique, le terme de « super-résolution » désigne les techniques qui permettent de dépasser la limite de résolution fondamentale montrée par Abbe en 1873, communément appelée « limite de diffraction ». Il aura fallu attendre la moitié du 20^{ème} siècle pour que l'on propose des moyens d'aller au-delà de cette limite. Aujourd'hui, la super-résolution est l'un des domaines de recherche les plus actifs en microscopie optique.

Durant ma thèse, j'ai participé au développement de techniques qui permettent de reconstruire des images super-résolues, en utilisant des éclairages particuliers de l'objet observé. En général, les informations sur les « détails » de l'objet (autrement dit, ses fréquences spatiales) qui sont transmises par un microscope dépendent fortement de la manière dont on éclaire cet objet. Je montrerai qu'il est possible d'utiliser cette propriété pour dépasser la limite de résolution classique, en particulier dans le cadre de deux techniques de microscopie a priori très différentes. La première est appelée tomographie optique de diffraction. Son but est de reconstruire une « carte » de l'indice optique d'un objet, en utilisant la lumière qu'il diffracte lorsqu'on l'éclaire avec un laser. La seconde est basée sur l'illumination structurée en fluorescence. Elle consiste à éclairer un échantillon fluorescent avec différents motifs, pour finalement obtenir une image super-résolue après un traitement numérique. Deux variantes seront proposées : l'éclairage structuré à travers un substrat-réseau, et l'éclairage par du speckle.

Detection and characterization of contours in images by subspace-based methods

Haiping JIANG - GSM

Directeurs de thèse : Salah BOURENANNE, Caroline FOSSATI

Shape description is an important goal of computational vision and image processing. This thesis aims mainly to detect and characterize contours, such as straight line, circle-like, fuzzy line, fuzzy circle, fuzzy triangle in the images, by exploiting high resolution subspace-based methods.

In the frame of contour-based methods, it has been proved that array processing and frequency retrieval are profitable to image segmentation. They rely on subspace approaches to retrieve source parameters such as direction of arrival. Therefore, after we make an analogy to generate array signals from an image by the theory of wave propagation and model the image data, subspace-based high-resolution methods and optimization algorithms are exploited for estimating the parameters.

Profilométrie Optique de Surfaces Rugueuses par Méthodes Inverses de Diffraction Electromagnétique

Slimane ARHAB - SEMO

Directeurs de thèse : Gabriel Soriano, Kamal Belkebir, Hugues Giovannini

On s'intéresse à la reconstruction de profils surfaciques par méthodes inverses de diffraction. Ces surfaces peuvent être vues comme étant des interfaces séparant deux milieux homogènes. La littérature nous dit que les méthodes classiques de profilométrie souffrent d'une mauvaise résolution transversale. Dans cette perspective on se propose d'étudier des méthodes susceptibles d'apporter une amélioration sur la reconstruction de surfaces à hautes fréquences spatiales. De telles modèles présentent un intérêt majeur pour les applications industrielles, entre autres on peut citer la caractérisation de composants opto-électroniques dont les dimensions latérales avoisinent les 100 nm.

La méthode des états adjoints constitue l'un de ces modèles d'inversion. Par ailleurs c'est une méthode inverse basée sur un modèle rigoureux de diffraction électromagnétique, qui lui permet de tenir compte des diffusions multiples pouvant se produire sur la surface. Dans la présentation on montrera qu'il est possible de reconstruire des surfaces avec une résolution latérale sous le critère de Rayleigh. Pour ce travail on a considéré une dépendance temporelle harmonique du champ à 633 nm. Par ailleurs on s'est limité à l'étude de systèmes (surface+champ) possédants une direction d'invariance. Des exemples de surfaces infiniment conductrices sont traitées sous les deux polarisations fondamentales, et des reconstructions en supère résolution latérale rendues numériquement possibles.

Contraste de phase en microscopie CARS plein champ

Pascal BERTO – MOSAIC

Directeur de thèse : Hervé Rigneault, Co-directeur : Serge Monneret

La microscopie CARS (Coherent anti-Stokes Raman scattering) est une puissante méthode d'imagerie spécifique. Le principal avantage de cette technique est qu'aucun marquage préalable n'est nécessaire pour signaler la présence de la molécule d'intérêt. Cette technique utilise en effet les résonances vibrationnelles des liaisons chimiques comme source de contraste. Comparé à la diffusion Raman spontanée, le processus CARS est beaucoup plus efficace.

La microscopie CARS classique est mise en œuvre grâce à des faisceaux focalisés et un balayage rapide. Néanmoins plusieurs travaux montrent qu'une configuration plein champ pourrait se révéler plus facile à implémenter, et rendrait la microscopie CARS plus rapide. Dans cette configuration, le fond non-résonant est particulièrement important.

Nous proposons de réduire l'influence du fond non résonant en mesurant la phase du signal CARS en plein champ grâce à un analyseur de front d'onde extrêmement sensible, au lieu de mesurer l'intensité du signal CARS. En effet, à résonance, le signal CARS d'intérêt est en quadrature de phase par rapport au fond CARS non-résonant.

Optimizing signal processing techniques for MIMO sensor networks

ZHANG Yi – GSM

Directeur de thèse : Salah BOURENNANE, Co-directeur : Ali KHALIGHI

Recent advances in micro-sensor technology have enabled the development of wireless sensor networks (WSN) in a large variety of applications. Similar to most traditional wireless communication systems, channel fading affects considerably the quality of data transmission. Additionally, classical spatial diversity techniques cannot be used here (each node just afford a single antenna). Therefore, cooperative (also called distributed) diversity techniques should be used by which diversity is obtained via the cooperation between nodes.

In this thesis, we consider a simple type of cooperative networks: the wireless relay networks (WRNs). In a typical WRN, a number of relays are deployed between a source and a destination node. We consider the use of coherent distributed space-time coding (DSTBC) at relays to achieve cooperative diversity. For this, we need the channel state information (CSI) for data detection at the destination, which is obtained by sending some pilot symbols.

To obtain a good- quality channel estimate without using too many pilots (hence, consuming too much energy), we have considered semi-blind channel estimation. We have also proposed to perform iterative interference cancellation in the case of non-orthogonal space-time coding at relays and have illustrated the interest of this method using Monte Carlo simulations.

Métamatériaux pour les plasmons de surface

Muamer KADIC - CLARTE

Directeurs de thèse : Stefan Enoch, Sébastien Guenneau

Les Métamatériaux ont révolutionné le monde de la photonique durant la dernière décennie, avec des avancées majeures dans le contrôle de la propagation des ondes électromagnétiques. Les applications résident dans des lentilles plates convergentes, des antennes directives ou même des capes d'invisibilité. Une des frontières de la photonique de demain est la plasmonique, science des surfaces métalliques avec le paradigme bien connu du tamis à photon de Thomas Ebbesen: une plaque micro-structurée de manière périodique supporte des modes de plasmon, qui sont des ondes se propageant aux interfaces du tamis qui permettent aux photons de passer au travers de trous minuscules, à l'instar d'Alice quand elle rentre par la petite porte au pays des merveilles. Notre objectif est de démontrer que l'optique de transformation qui a rendu possible les capes d'invisibilité s'applique aussi aux plasmons de surface, ce qui ouvre une voie originale vers les méta-surfaces, les métamatériaux de demain.

Imagerie ellipsométrique sélective sur champ diffus – Nouvelles techniques de microscopie (SPR & SEEC)

Césaire NDIAYE – MAP2

Directeur de thèse : Claude Amra – Myriam Zerrad
Travaux réalisés dans le cadre du projet ANR SEEC

La thématique de ma thèse s'inscrit dans le cadre de l'étude de la diffusion lumineuse dans des milieux complexes comme les milieux aléatoires. Cette étude est basée sur une technique d'imagerie dite « ellipsométrique sélective » fondée sur le changement d'état de polarisation de la lumière réfléchi par un échantillon et offrant donc la possibilité d'éliminer certaines sources de lumière au profit d'autres sources. Cette méthode d'imagerie permet ainsi de caractériser des interfaces, des systèmes multicouches, des couches minces comme les couches d'or, de chrome, de silice Elle permet aussi d'identifier des résonances dans les matériaux diélectriques et les plasmons de surface grâce à la chute de la réflexion ou à l'exaltation du champ dans la couche mince. Cette amplification du champ électromagnétique est obtenue par une synthèse d'empilements permettant d'identifier une structure multi-diélectrique ou plasmonique résonante. Ces résonances sont très sensibles à toute modification du substrat (dépôts de microbes, de bactéries); ce qui fait que cette méthode est très utilisée pour les capteurs optiques avec diverses applications notamment dans le domaine biomédical ou biophotonique.

Développement d'algorithmes d'inversion pour la microscopie optique à éclairage structuré

Emeric MUDRY - SEMO

Directeurs de thèse : Anne Sentenac, Patrick Chaumet, Kamal Belkebir

L'éclairage structuré est un concept général en imagerie optique consistant à combiner des images obtenus d'un échantillon pour des éclairages différents. On obtient ainsi des informations complémentaires sur l'objet. En particulier cela permet d'accroître la résolution des mesures faites sur l'objet. Malheureusement, chacune des images prises n'est pas interprétable en soi car y sont mêlées les modulations de l'échantillon et du champ d'éclairage. Il faut donc concevoir des algorithmes d'inversion permettant de reconstruire l'image de l'échantillon.

Mon travail s'effectue sur deux champs d'application de ce concept:

La microscopie de fluorescence. Il s'agit d'obtenir une image d'un échantillon marqué par des fluorophores. Ceux-ci émettent un signal proportionnel à leur densité et à l'intensité lumineuse qu'ils reçoivent. On utilisera donc des champs dont l'intensité varie beaucoup dans l'échantillon.

La Microscopie Tomographique par Diffraction. Il s'agit d'une imagerie de phase. Un échantillon va diffracter un champ dépendant de son indice optique et du champ qu'il reçoit. On va cette fois utiliser des champs d'intensité constante en faisant varier la direction de propagation et donc la carte de phase.

Nano-antennes optiques pour l'exaltation et le contrôle de fluorescence moléculaire dans des volumes sub-longueur d'onde

Heykel AOUANI - MOSAIC

Directeurs de thèse: Jérôme Wenger, Hervé Rigneault

La fluorescence de molécules en solution est en général émise dans toutes les directions de l'espace à cause des changements de direction des moments de transition durant le temps de vie de l'état excité qui provoquent une dépolarisation partielle voire totale de la fluorescence. Cela réduit fortement l'efficacité de collection des signaux optiques moléculaires, car une grande partie de la lumière émise n'est pas détectée. Pour contourner ces limites, la stratégie la plus efficace consiste à utiliser des nano-antennes optiques. Le concept d'antenne optique, par analogie aux micro-ondes, est un concept physique qui n'a été introduit que très récemment en optique. Une nano-antenne optique est un dispositif qui convertit un rayonnement optique propagatif en espace libre en énergie localisée [1] (et réciproquement) et permet ainsi la manipulation et le confinement des champs électromagnétiques dans des volumes sub-longueur d'onde.

Dans ce contexte, l'équipe MOSAIC a récemment montré que la structuration d'un réseau de corrugations autour d'une nano-ouverture métallique centrale permet de rediriger efficacement le faisceau de fluorescence de molécules diffusant à l'intérieur de l'ouverture vers les détecteurs [2]. De plus, en faisant varier les paramètres géométriques du réseau de corrugations, il est possible de modifier la directivité angulaire de l'émission fluorescente, autorisant ainsi un contrôle quasi-total des propriétés d'émission d'objets quantiques. La directivité du rayonnement étant dépendante de la longueur d'onde d'émission, la fluorescence de molécules spectralement différentes sera dirigée dans des directions angulaires distinctes [3]. Ces nano-antennes optiques, assimilables à des nano-spectromètres à réseau placés dans le champ proche d'émetteurs en solution, ouvrent de nouvelles opportunités en biophotonique.

[1] *Novotny et al*, PRL, **98**, 266802, 2007.

[2] *Aouani et al*, Nano Letters, **11**, 637-644, 2011.

[3] *Aouani et al*, Nano Letters, accepté, 2011.

Microscopie non-linéaire résolue en polarisation du collagène de type I

Dora AIT-BELKACEM – MOSAIC / PHYTI

Directrice de thèse : Sophie Brasselet, Co-encadrante : Muriel Roche

La génération de second harmonique (SHG) est un processus optique non linéaire cohérent induit par l'illumination d'un échantillon non-centrosymétrique, comme c'est le cas de certains matériaux cristallins ou biologiques. L'intérêt d'étudier ce contraste en biologie est qu'il est intrinsèque aux molécules observées, ce qui implique qu'aucun marquage chimique n'est nécessaire.

Nous travaillons sur l'imagerie par microscopie SHG résolue en polarisation des propriétés moléculaires du collagène de type I qui est abondant dans le corps (la peau, les tendons ou la cornée...) et particulièrement étudié en imagerie. Des travaux récents ont notamment montré la pertinence de la microscopie SHG pour identifier des pathologies de la cornée ou des croissances

tumorales dans des tissus [1]. Alors que ces études portent principalement sur une imagerie morphologique macroscopique, la résolution en polarisation des signaux SHG peut apporter davantage d'information sur le comportement structural du collagène. Il a été démontré en effet que les signaux SHG polarisés contiennent une information à la fois sur la symétrie et l'orientation d'assemblages moléculaires [2].

[1] M. Strupler, M. Hernest, C. Fligny, J. L. Martin, P.-L. Tharaux, and M. C. Schanne-Klein, "Second Harmonic Microscopy to Quantify Renal Interstitial Fibrosis and Arterial Remodeling ", J. Biomed. Optics 13, 054041 (2008).

[2] V. Le Floch, S. Brasselet, J.F. Roch, J. Zyss, « Monitoring of orientation in molecular ensembles by polarization sensitive nonlinear microscopy », J. Phys. Chem. B, 107, 12403-12410 (2003)

Noise Reduction in Hyperspectral Image

LIU Xuefeng – GSM

Directeurs de thèse : Salah BOURENNANE, Caroline FOSSATI

Our study concerns about hyperspectral images which are three-dimensional signals (two spatial dimensions and one spectral dimension). These images generally are interfered by an additive noise – Gaussian white noise that we try to eliminate. Because the common filtering methods for HSIs are based on the data vectorization or matricization while ignore the related information between image planes, so we apply an powerful multilinear algebra model, parallel factor (PARAFAC), in denoising procedure for its uniqueness in decomposition and only one rank to be estimated. The numerical results prove the significant denoising capability of PARAFAC.

If HSIs are not disturbed by white noise, both 2D and 3D filters can not effectively remove the non-white noise and estimate the expected signal. To remove non-white noise from HSIs, we propose a new method. The main step of this method is to change the noise in HSIs being a white one through a prewhitening procedure, then 2D or 3D filters can use to denoise the prewhitened data. Comparative studies with existing denoising methods show that our approach has promising prospects in this field.

A posteriori determination of the opto-geometrical parameters (thickness, refractive index) of metallic or dielectric thin film coatings inside a stack

Application to Thin Film Reverse Engineering

GAO Lihong - RCMO

Directeurs de thèse : Michel LEQUIME, Fabien LEMARCHAND

The determination of the complex refractive index (n and k) of thin films is of great importance, because successful manufacturing of a filter is often directly related to the accuracy of the complex refractive index and thickness measurements. My thesis aims to improve the determination precision on several kinds of materials, such as metal, dielectric single film deposited on different substrates, estimate the optical constants and thickness of the multilayer. Now three different global optimizations are compared. The results show that Clustering can find

the best solution in a more efficient way. The index of different material single films (Ta₂O₅, HfO₂, Si, Au and ITO) at normal incidence has been determined with a number of parameters between 3 and. Different solutions are found by different dispersion equations, and only 'realistic' ones should be selected. The index of SiO₂ is to be determined from bi-layer film (Ta₂O₅-SiO₂) on different substrates. In order to investigate the influence of thickness, samples with different thickness of Ta₂O₅ and SiO₂ are deposited. In order to prepare for the multilayer, reflectances at several incidence angles are used. More information thus can be obtained. Because of the oblique incidence, the polarization exists. The determination will be carried out with polarization at several incidence angles.

Classification and Segmentation of Hyper And Multi-Spectral Medical Images

Riad KHELIFI - GSM

Directeur de thèse : Salah Bourennane, Co-directeur de thèse : Mouloud Adel.

Multi-spectral imaging technology provides additional information that is not visible to the human eye. It was traditionally developed for space-based imaging applications and can capture light frequencies that are beyond the range of visible light such as the infrared (IR) range. Due to this technical development in imaging devices and computers, texture analysis of multi and hyper-spectral images is receiving a great deal of attention. Based on the concept of the estimation of the second order-joint conditional probability density functions, many approaches have been extended by including the additional information between spectral bands in order to improve the classification accuracy.

The popular efficient tool used for texture-based segmentation and classification is the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), but some other techniques have been proposed with success: description through wavelet coefficient statistics, the Markov Random Field or Markov Chain models.

This thesis investigates new classification method for multi-band texture analysis by assuming the presence of texture joint information between bands. This method can be viewed as an extension of Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) proposed by Haralick.

Extensive experiments have been carried out on many multi-spectral images for use in prostate cancer diagnosis and quantitative results showed the efficiency of this method compared to the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The results indicate a significant improvement in classification accuracy.

Blood flow estimation with optical fluorescence imaging

Simon REHN - MAP2, CEA-LETI

Directeurs de thèse : DEUMIE Carole, DA SILVA, Anabela (Institut Fresnel)
PLANAT-CHRETIEN Anne, BERGER Michel (CEA Grenoble)

Blood flow analysis with optical imaging is a recent method which was developed mainly in the last two decades. In this thesis the focus is on blood flow estimation by detecting the fluorescence signal emitted by fluorescent molecular probes injected in the vascular network.

The main challenge is to analyze the detected light which got strongly diffused by travelling through the biological tissue. Moreover, polarized laser light is used to enhance the image quality and explore new applications for further clinical use.

The problem was separated into three main parts: 1.) the specific properties of the medium and limits of depth sensitivity. This study was started with experiments in the first year of the thesis. 2.) validation of experiments with Monte Carlo simulations and further experiments with linear, circular and different elliptical polarized light. This point is processed at the moment in the second year of the thesis. 3.) the use of fluorescence and the problem of flow estimation which will be treated as soon as possible in the second year as well as in the third year.

Outils d'évaluation des techniques radar polarimétriques, interférométriques pour la surveillance de l'environnement

Aurélien ARNAUBEC - PHYTI

Directeur de thèse : Philippe Réfrégier

Encadrant ONERA : Pascale Dubois-Fernandez, Co-Encadrant FRESNEL : Antoine Roueff

Les systèmes d'imagerie radar PolInSAR (radar à synthèse d'ouverture polarimétrique et interférométrique) offrent de nombreux atouts pour accéder à différents paramètres physiques de scènes éclairées par une onde électromagnétique. Les applications de ces systèmes pour la surveillance de l'environnement sont importantes en particulier pour la mesure de la biomasse ou de la hauteur de la végétation de différentes forêts [1-2].

Dans ce contexte, les techniques mises en œuvre reposent à la fois sur une modélisation de la réponse du milieu à l'onde électromagnétique pour les différentes incidences d'éclairement et pour les différentes polarisations utilisées ainsi que sur l'utilisation de techniques d'estimation variées [3-4]. Nous nous intéressons dans ce travail de thèse à caractériser précisément ce problème d'estimation dans le cadre de la théorie statistique. Nous avons analysé en particulier l'optimalité de plusieurs méthodes d'estimation et l'impact du modèle physique utilisé en fonction des connaissances a priori introduites ainsi que des écarts de la réalité physique par rapport à ce modèle. La poursuite des travaux consistera d'une part à analyser des systèmes sous-optimaux dont la mise en œuvre matérielle est plus simple et d'autre part à quantifier l'apport de systèmes plus complexes (présentant plus de deux antennes) pour la surveillance de la biomasse.

- [1] Pascale Dubois-Fernandez, Jean-Claude Souyris, Sebastien Angelliaume, Franck Garestier, "The compact polarimetry alternative for spaceborne SAR at Low Frequency », IEEE TGRS, Vol 46, N°10, October 2008
- [2] J.Morio,F.Goudail,X.Dupuis,P.Dubois-Fernandez,and P.Réfrégier,"Polarimetric and Interferometric SAR Image Partition Into Statistically Homogeneous Regions Based on the Minimization of the Stochastic Complexity," IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing 45(11), 3599–3609 (2007).
- [3] M. Tabb, T. Flynn, and R. Carande, "Full maximum likelihood inversion of PolInSAR scattering models," in IGARSS 2004 , VOLS 1-7 - SCIENCE FOR SOCIETY : EXPLORING AND MANAGING A CHANGING PLANET , no. 3 in IEEE International Symposium on Geoscience and Remote Sensing (IGARSS), pp. 1232–1235 (IEEE, 2004).
- [4] S. R. Cloude and K. Papathanassiou, "Polarimetric SAR Interferometry," IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing 36(5), 1151–1565 (1998).

Microscopie de phase quantitative par analyse de front d'onde

Pierre BON - MOSAIC

Directeur de thèse : Hugues Giovannini / Serge Monneret

L'imagerie en microscopie se heurte souvent au problème de la transparence des échantillons rendant très difficile leur observation avec des microscopes non modifiés.

Nous présentons une technique de microscopie de phase qui permet non seulement de produire des images contrastées d'échantillons de phase très peu visibles en microscopie optique conventionnelle, mais surtout de déterminer de façon quantitative ce retard (déphasage) introduit par l'échantillon.

Nous démontrons cette propriété sur des échantillons calibrés, puis donnons certains domaines d'application de la technique à la biologie cellulaire : imagerie fonctionnelle par couplage à de l'imagerie de fluorescence pour observer des sous-éléments cellulaires bien spécifiques, et suivi temporelle d'une population de cellules afin de déterminer leur potentiel à se multiplier.

Métamatériaux pour les ondes de pression acoustiques: invisibilité et lentilles

Guillaume DUPONT – CLARTE

Directeurs de thèse : Sébastien Guenneau, Stefan Enoch

Dans cette présentation, je présenterai des travaux sur la modélisation numérique 3D de métamatériaux pour les ondes de pression acoustiques. Il sera alors question des métamatériaux obtenus par transformation géométrique, comprenant les capes et tapis d'invisibilité, et de ceux obtenus par l'étude de structures périodiques comprenant notamment les lentilles à réfraction négative.

Une première partie portera sur les métamatériaux obtenus par transformations géométriques. Nous verrons comment ces transformations agissent sur les paramètres de l'acoustique que sont la densité et le module de compressibilité, puis le chemin à suivre vers des structures réalistes et réalisables.

La seconde partie sera consacrée à l'étude des structures périodiques. Nous verrons comment à partir de l'étude des modes de Bloch sur diverses structures il est possible d'obtenir des lentilles à réfraction négative, mais aussi des matériaux à gap basse fréquence.

Algèbres Multilinéaires et Méthodes tensorielles pour la séparation et la classification en imagerie hyperspectrale.

Alexis CAILLY – GSM

Directeur de thèse : Salah Bourennane

Les imageurs hyperspectraux permettent l'acquisition d'un très grand nombre simultané d'informations, notamment par l'acquisition quasi-continue des données spectrales de la scène

allant du proche infrarouge aux ultraviolets, ce qui correspond à plusieurs centaines de bandes spectrales pour une même image. Ce très grand nombre de données augmente inévitablement la complexité des traitements rendant quasi-inefficace les méthodes classiques de traitement d'image. Afin de pouvoir exploiter ces informations, il est donc nécessaire de développer des nouvelles méthodes de traitement d'image adaptées à ce type de donnée.

Les outils d'algèbres linéaires permettent dans un premier temps de réduire la complexité de l'espace d'étude notamment grâce à des méthodes de réduction de dimension. C'est une étape importante dans l'analyse des images hyperspectrales. En effet, tous traitements futurs (détections, classifications) s'effectueront à partir de ces nouvelles données issues de la réduction de dimension.

Enfin, les méthodes tensorielles permettent le traitement simultané des données spectrales et spatiales. Cette caractéristique s'avère être un atout majeur pour le traitement des images hyperspectrales qui, en plus de l'information spatiale semblable aux images classiques, possèdent une information spectrale non dissociable de par la nature quasi-continue des bandes spectrales.

Imagerie et caractérisation des milieux diffusants : Application à l'étude de la cornée humaine.

Olivier CASADESSUS - MAP2

Directrice de thèse : Carole Deumié, Co-directrices : Laure Siozade-Lamoine et Gaëlle Georges

Dans le cadre de cette thèse, on s'intéresse aux propriétés optiques des cornées humaines afin de comprendre l'origine de la perte de transparence de ce tissu lors du développement d'un œdème. De plus, on se propose de développer une technique de caractérisation quantifiée de la transparence applicable au processus de tri préalable aux greffes de cornée : En effet, la transparence du tissu est actuellement jugée qualitativement par un opérateur, induisant donc une subjectivité dans le tri.

Pour cela, les propriétés de diffusion de la cornée sont mesurées puis analysées. Conjointement, une imagerie tridimensionnelle du tissu à l'échelle du micron est effectuée par tomographie de cohérence optique (OCT). On observe des structures organisées à différentes échelles, et leur influence sur la lumière diffusée par le greffon est testée au moyen de modélisations de la propagation de la lumière dans le tissu basées sur différentes théories électromagnétiques.

Automatic detection of retinal blood vessels using a statistical-based tracking method

YIN Yi - GSM

Directeur de thèse : Salah BOURENNANE, Co-directeur : Mouloud ADEL

The automatic analysis of retinal blood vessels is a very important task in many clinical investigations and scientific research. Many vessel extraction methods have been reported in the literature. Most of the work on vessel segmentation techniques can be divided into two main groups: Pixel-based methods and tracking methods. In our study, we introduce an automatic

tracking-based method, which makes improvement on our previous work. It takes into account vessel edges detection on whole retinal image and handles different vessel structures such as vessel bifurcations and crossings. The tracking process starts from each of the seed points and detects vessel edge points iteratively based on a statistical sampling scheme using the proposed Bayesian method. Experimental evaluation of our method is performed on both simulated vascular and real retinal images from the publicly available database, such as REVIEW and STARE.

Imagerie tridimensionnelle haute résolution par tomographie optique par diffraction

RUAN Yi - SEMO

Nom du Directeur de thèse: P. C. Chaumet , Co-Directeur de thèse: G. Maire

La tomographie optique par diffraction est une technique d'imagerie récente permettant de reconstruire en trois dimensions (3D) la carte de permittivité de l'objet observé, avec en outre une résolution supérieure à celle de la microscopie plein champ conventionnelle. Elle est basée sur l'illumination de l'objet par un faisceau laser selon différentes incidences successives. Pour chacune d'elles, l'amplitude et la phase du champ diffracté par l'échantillon sont détectées en champ lointain par une mesure interférométrique (CCD caméra). La carte de permittivité est alors reconstruite par une procédure d'inversion numérique des données.

Nous avons poursuivi avec succès l'amélioration du dispositif de microscopie tomographique diffractive pendant cette année pour mesurer les champs diffractés avec un rapport signal sur bruit accru. En appliquant une inversion numérique à ces mesures, les premiers résultats de reconstruction d'objets 3D ont été obtenus. Nous avons reconstruit de manière quantitative en 3D la carte de permittivité de ces échantillons (comportant quatre plots cylindriques en résine de diamètre un micron).

Lecture de l'organisation moléculaire par microscopie cars

Fatma-Zohra BIOUD - MOSAIC

Directeurs de thèse : Sophie Brasselet, Julien Duboisset, Francesco Pavone

Les dernières années ont vu les techniques de microscopie non linéaire devenir de puissants outils d'imagerie et de spectroscopie. Permettant ainsi d'étudier le monde biologique, en particulier, des milieux complexes tels que les tissus, sans la nécessité d'utiliser des marqueurs fluorescents. C'est le cas par exemple de la diffusion Raman cohérente anti-Stokes (CARS, Coherent Anti-Stokes Raman Scattering) qui sonde spécifiquement des vibrations au niveau moléculaire. Dans ce cas, l'interaction des champs incidents appelés Pompe et Stokes avec la matière produit une polarisation non linéaire d'ordre 3, dont les propriétés dépendent à la fois de la nature vectorielle et fréquentielle des champs électromagnétiques incidents et de la nature du milieu.

Récemment, des études CARS résolues en polarisation ont permis de remonter à l'orientation de liaisons chimiques spécifiques dans un cristal dont la structure est bien connue[1]. Au contraire, en imagerie biologique la structure des liaisons chimiques au niveau moléculaire ainsi que leur organisation à plus grande échelle sont très souvent inconnues. La connaissance de ces informations permettrait de mieux comprendre les phénomènes biologiques liés à la structure des assemblages macro-moléculaires. Dans ce cadre, il est important de développer des outils d'analyse basés sur la dépendance en polarisation des signaux non-linéaires, permettant d'apporter des informations quantitatives sur la structure de ces milieux à l'échelle micrométrique.

Nous avons développé une méthodologie de CARS polarimétrique et réalisé des mesures sur des échantillons biologiques en variant les polarisations des lasers excitateurs, Pompe et Stokes. Pour cela, plusieurs approches en traitement du signal sont utilisées et permettent d'obtenir de manière rapide les coefficients des fonctions de distribution angulaire des échantillons.

[1] F. Munhoz, H. Rigneault, S. Brasselet, " High Order Symmetry Structural Properties of Vibrational Resonances Using Multiple-Field Polarization Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy Microscopy" Phys. Rev. Lett. Vol. 105, pp.123903, 2010.

Traitement du signal pour interface de communication homme machine sans contact

Nabil BOUGHNIM - GSM

Directeur de thèse : Bourennane Salah, Fossati Caroline

Financement : Région / entreprise (PACA /Intui-sense)

Le but de ce thèse est le développement d'une nouvelle interface de communication homme machine (IHM), qui soit d'un usage naturel en s'affranchissant d'équipements spécifiques et permettant d'interagir avec différents types de contenus et avec la majorité des médias numériques existant (téléphone portable, ordinateur, assistant personnel électronique , bornes interactives...).

L'interface proposée pourra s'intégrer dans des dispositifs existants, comme les téléphones portables, et ainsi permettre un usage nomade. La communication sera gestuelle, essentiellement basée sur l'utilisation des gestes de la main à partir de technologie de vision et de traitement d'image.

Les principaux objectifs sont :

- Développer un dispositif qui puisse fonctionner dans un environnement non contrôlé. ainsi, notre dispositif ne nécessitera pas de cadre pour limiter les interactions avec l'environnement. Il ne disposera pas non plus d'éléments actifs, comme des éclairages.
- Utiliser les matériels bas coûts développés en particulier pour le marché de téléphonie mobile et du PC multimédia. Les défis sont de ce fait essentiellement algorithmiques.

les principaux verrous :

- Luminosité variables : les variations de l'éclairage de la scène ont un impact important sur les algorithmes de traitements et analyse d'images et surtout lors de l'extraction de caractéristiques ou la segmentation.
- Mouvements rapides : le dispositif traite les gestes de la main ces gestes peuvent être très rapides et donc il faut un traitement spécial pour les détecter et les suivre.
- Réponses en temps réels : ce dispositif sera destiné aux produits de masse et l'utilisation nomade donc il faudra une réponse instantanée aux commandes gestuelles et pour cela il faut alléger le calcul etc.
- Présence des objets : la scène peut comporter des objets mobiles qui peuvent fausser la détection.

Transformational lens through a stack of toroidal channels in PMMA

Tieh-Ming CHANG - CLARTE

Directeur de thèse : Stefan Enoch

Researchers with a background in general relativity are currently revisiting gradient index (GRIN) lenses in optics and acoustics owing to their links with transformational optics and acoustics. These links were pointed out nearly half a century ago by the mathematician Luneburg who in his classical treatise on mathematical optics derived the refractive index of a famous GRIN lens, Maxwell's fisheye, from the stereographic projection of a sphere on a plane. Transformational optics actually underpins the physics of GRIN lenses.

In this presentation, we propose a realistic design of a three-dimensional GRIN lens consisting of airchannels in a Polymethylmethacrylate (PMMA) matrix. And we numerically show that a stack of toroidal air channels of diameters ranging from 23 nm to 190 nm in a matrix of PMMA allows for a focussing effect of light over a large bandwidth i.e. [600-1000] nm. The tool of choice is the Maxwell-Garnett formula which is both simple to implement and accurate for effective properties of materials with non-resonant subwavelength structural elements. In conclusion, we propose a simplified design of lens allowing for a two-photon lithography implementation.

Intégration et validation d'un système modulaire de capteurs et d'analyseurs sur une charge utile de bio-géo-chimie pour les ROVs et les observatoires

Chadi GABRIEL – GSM

Directeurs de thèse : KHALIGHI Ali, BOURRENANE Salah

Je travaille sur l'étude et la mise en place d'un réseau de capteurs sans fil pour des applications sous-marines.

Ce réseau est formé d'une série de nœuds, qu'on pourrait assimiler à des mini ordinateurs, auxquels on relie des capteurs et des instruments de mesure.

La transmission des informations entre les nœuds se fait à l'aide d'un système de communication optique sans fil.

Mettre en place un tel système doit faire face à une multitude de problèmes comme les ressources d'énergie limitées, la propagation de l'onde optique, le transfert fiable des données, la synchronisation, etc.

Durant cette année, je me suis intéressé à l'étude et la modélisation de la couche physique du réseau à l'aide d'un simulateur Monte Carlo pour résoudre les équations de propagation d'une onde optique sous l'eau en prenant en compte les conditions du milieu et les caractéristiques de l'émetteur et du récepteur.

Dans les prochaines étapes, je me pencherais sur la mise en place des protocoles des couches supérieures du réseau et le tester in-situ.

Interaction laser-matière dans les composants optiques complexes

Céline GOULDIEFF – MAP2

Directeurs de thèse : Jean-Yves Natoli, Frank Wagner

L'étude des "endommagements laser" permet non seulement de mieux appréhender les mécanismes destructifs mis en jeu dans l'interaction laser-matière, mais aussi de proposer des voies d'amélioration des structures et designs des optiques afin d'augmenter leur tenue au flux.

Parmi les composants les plus critiques au regard des flux intenses, on peut citer les cristaux non-linéaires, et les composants à traitement de surface multicouches, qui sont le point faible du composant en terme de tenue au flux. Ainsi, de nouveaux matériaux, particulièrement prometteurs, ont été élaborés : il s'agit de mixtures amorphes d'oxydes. Celles-ci permettent de choisir avec précision les propriétés optiques et électroniques du composant résultant (gap électronique, indice de réfraction...). Elles permettent aussi de réaliser des designs plus résistants au flux (rugate), en particulier dans l'UV, qui reste la gamme spectrale pour laquelle les composants résistants font le plus défaut. En effet, l'irradiation UV peut être responsable de la création de défauts dans le matériau tels que les centres colorés, qui deviennent des sites initiateurs d'endommagement sous irradiation.

L'objectif de ma thèse est donc, grâce à des tests d'endommagement et de fluorescence dans l'UV, de caractériser les mécanismes mis en jeu dans l'interaction laser-matière et de proposer des structures complexes plus résistantes aux flux intenses.

Modélisation Parafac sous contraintes appliquée au traitement d'images hyper-spectrales.

Mathias LEMAIRE - GSM

Directeur de thèse : Salah Bourennane

Les images hyper-spectrales sont souvent entachées de bruit et souffrent du paradoxe de la grande dimension. Qu'il s'agisse de détecter des cibles ou de classer les différents objets présents dans l'image, un prétraitement alliant réduction du bruit et compression des données est nécessaire. Récemment, les modèles de Tucker et Parafac/Candecomp ont été utilisés à cette fin avec des résultats concluants. Le modèle Parafac étant instable et fortement dépendant de l'image traitée, nous nous sommes intéressés à la décomposition du cube de données sous différentes

contraintes. Un algorithme de type Moindre Carré Alternés est appliqué au cube tout en maintenant les matrices de décomposition sous contraintes de positivité et d'orthogonalité. La contrainte d'orthogonalité appliquée sur une des matrices garantit la non dégénérescence du modèle et semble aussi efficace pour la suppression qu'une décomposition Parafac simple.

Modèle Parafac :

$$Parafac(X, A, B, C) = \|\sum_{k=1}^R X_k - AD_k B^t\|^2$$

où R est le rang estimé du tenseur, X_k sont les k faces du cube et D_k les matrices diagonales formées par les k lignes de C.

Hyperspectral image processing by multilevel tensor

LIN Tao – GSM

Directeur de thèse : Salah Bourennane

Hyperspectral image is a 3d image in which the first two dimensions represent the position and the third dimension provides ample spectral information to identify and distinguish spectrally unique materials. It can provide more accurate and detailed information than any other type of remotely sensed data. Because of its advantages, hyperspectral image processing is meaningful. But, as it is a newly developed concept, many of current technologies dealing with it are that used in 2d images. Therefore, new technologies custom-developed for hyperspectral images are necessary.

In the field of image processing, the technology of multilevel image processing, such as wavelet, is well known and widely used. The main idea of this technology is to decompose the original image into many sub-images in different scale levels, in which noises are removed according to the signal characters. As many advantages of this technology are proven in 2d image processing, some scientists introduce it into hyperspectral image processing. But the simple introduction of this technology can bring some drawbacks that are not existed in 2d image processing. One of these drawbacks is the destruction of relationships among 3d hyperspectral image data, because the 2d image processing technology cannot process the 3d data as a whole entity, it should process data slice by slice. So, how to utilize multilevel image processing in hyperspectral image data while keeping the relationship is a challenging subject.

In the contrast of decomposing, what we dedicate into is how to treat the hyperspectral image data as a whole entity. Although decomposition permits us to process data according to characters in different levels, the broken of relationships may lead us to loss more than what we get. We treat the hyperspectral image data as a tensor, which can simplify our work with the properties of tensor. Moreover, to do image processing, we extend the 2d Wiener Filter into multidimensional form. From the experiment results we have published, this method is significant in both theory and practice. But as nothing is perfect, this method also has its own problems. Firstly, the calculation load is heavy because of the Wiener Filter, which needs to calculate a big inverse matrix when the dataset is sizable. And secondly, simply processing the data as a whole entity may ignore tiny size objects when there are many objects in different sizes in the image. These two drawbacks are the main constrains of this method and how to conquer them is challenging.

After doing the above analysis, I choose my subject as multilevel tensor image processing, which is combining the multilevel image processing and the multiway tensor image processing to deal with hyperspectral image. By replacing the Wiener Filter part of multiway tensor image processing with multilevel processing method, such as wavelet, we can firstly reduce the

calculating load, secondly process different size objects respectively in different levels, and, at the same time, keep the relationships among the dataset. This subject is promising, and the coming simulation results will give more detail information.

Homogenization of the periodic photonic structures and its application to metamaterials

LIU Yan - CLARTE

Directeurs de thèse : Sébastien GUENNEAU, Boris GRALAK

I. Context. Metamaterials are artificial materials engineered to have desired properties that may not be found in nature, such as an effective refractive index below unity, or even negative; another interesting feature is the possibility to design invisibility cloaks. These properties can be achieved through the spatial modulation of the dielectric permittivity and permeability: as a result, artificial magnetism and bi-anisotropy are required.

II. Method. Let us now consider traditional periodic structures, known as photonic crystals in the context of optics. The idea underpinning my research is the rigorous derivation of a homogeneous medium which encapsulates the fine estimate of the effective properties of these periodic structures. Based on Maxwell's formulae, by applying the Sophus-Lie theorem and the Baker-Campbell-Hausdorff formula to the approximation process, I am able to identify the effective parameters for the homogeneous medium.

III. Results. As a first step, I focused on 1-dimensional systems (multilayered stacks). The effective properties are obtained according to a perturbation expansion, with the small parameter being the frequency. At zeroth order approximation, the classical homogenization result is retrieved: the effective parameters are mere averaged quantities. However, at the higher order approximation, the resulting effective properties are already beyond the classical homogenization limit with not only anisotropic but more surprisingly bi-anisotropy and magnetism.

Polarimétrie non-linéaire dans des nanoparticules d'or isolées non-centrosymétriques

Vincent MAILLARD - MOSAIC

Directrice de thèse : Sophie Brasselet

La génération de seconde harmonique (SHG) est un outil de premier choix lorsqu'il s'agit d'étudier des objets métalliques nanométriques. En effet, l'interaction optique à résonance plasmonique permet d'atteindre une efficacité de diffusion non linéaire qui, combinée à un champ puissant femtoseconde à 800nm permet d'accéder à des flux de photons diffusés suffisants pour lire la signature polarimétrique de l'objet. Cette signature comporte des informations complexes relatives à sa géométrie et à son état de surface, et sont récupérées dans le signal à 400nm à polarisation incidente variable.

Compte tenu des conditions expérimentales, la qualité de la localisation du spot laser (~300nm) est primordiale pour conserver l'alignement du système objectif-particule à l'échelle du nanomètre. L'inadéquation des résultats polarimétriques expérimentaux avec la théorie nous a incité à modéliser l'hypothèse d'un écart systématique de localisation du spot d'émission non linéaire dans la nanoparticule.

En effet, l'émission non linéaire est la combinaison d'un effet de diffusion par des dipôles non linéaire et d'un effet plasmonique, dont les caractéristiques sont fortement dépendantes de la

géométrie de la particule. La localisation du maximum de l'effet diffusif est prédite selon une courbe polarimétrique diamétralement opposée à la localisation du maximum de l'effet plasmonique, le premier étant favorisé sur les faces, le second est plutôt favorisé par les pointes. Ainsi, la position effective du spot de génération de seconde harmonique peut varier qualitativement d'un extrême à l'autre, selon l'efficacité relative de ces deux facteurs. L'expérience a permis de valider ce modèle, ainsi que comprendre l'efficacité relative de la composante plasmonique sur la composante diffuse.

Diffraction électromagnétique par des surfaces rugueuses en incidence rasante : application à la surface de la mer.

David MIRET – SEMO / LSEET Toulon

Directeur de thèse : Marc Saillard, Laboratoire de sondages Electromagnétiques de l'environnement Terrestre (LSEET) Toulon
Co-directeur de thèse : Gabriel Soriano

Le problème direct de la diffraction d'ondes électromagnétiques par des surfaces complexes (rugosités importantes à différentes échelles...) est encore à l'heure actuelle extrêmement difficile lorsque l'on s'approche de l'incidence rasante (angles d'incidence supérieurs à 70°). L'objet de la thèse est de finir de développer le premier algorithme utilisant un modèle rigoureux de diffraction électromagnétique par des surfaces rugueuses en incidence rasante. Il s'agit donc de résolution directe des équations de Maxwell, via des équations intégrales de surface, au niveau théorique et numérique.

Ce modèle sera applicable à de très nombreux types de surfaces et gammes de longueurs d'onde, mais l'attention sera en particulier portée sur la surface de la mer. Le sujet se trouve en effet à l'intersection de trois objets d'étude portés par trois organismes différents tous concernés par le milieu maritime. Le financement est assuré par la DCNS (chantiers navals militaires), dont la préoccupation première est la caractérisation statistique de l'écho de mer, proportion de l'énergie d'un signal radar renvoyée par les vagues. Ceci devrait fournir des informations importantes pour l'optimisation d'algorithmes de détection de cibles situées sur ou au-dessus de la surface de la mer.

Cette étude aidera aussi à cerner le potentiel des radars micro-ondes pour estimer le vent et caractériser les champs de vagues en zone côtière, problématique portée par le Laboratoire de Sondages Electromagnétiques de l'Environnement Terrestre (LSEET, Toulon). Enfin, le problème théorique est assez fondamental pour justifier l'intérêt de l'équipe SEMO de l'Institut Fresnel.

Optimisation d'un dispositif d'imagerie du proche sous-sol

Soufiane NOUNOUH - HIPE

Directrices de thèse : Christelle EYRAUD, Amélie LITMAN

Le sujet de ma thèse concerne plus particulièrement la définition d'un instrument d'imagerie micro-onde optimisé permettant une étude non-destructive de l'humidité du proche sous-sol. Pour ce faire, j'exploite et perfectionne un dispositif expérimental, déjà conçu à l'Institut Fresnel. Il s'agit d'un scanner placé à l'intérieur d'une chambre anéchoïque pour protéger les mesures contre les perturbations électromagnétiques extérieures, et associé à un système de mesure basé

sur un analyseur de réseau vectoriel. Deux antennes d'émission et de réception se déplacent dans un plan au dessus de la structure à analyser. Une onde micro-onde [0,5-5 GHz] est ainsi envoyée vers le sol et est diffractée par ce dernier. Cette onde contient donc des informations sur la zone illuminée (position, forme, et caractéristiques diélectriques). La présence de l'interface air/sol empêche les antennes de tourner tout autour du sol, et le champ ne peut être mesuré qu'au dessus du sol. On est donc confronté à un certain nombre de difficultés comme la limitation de l'information spatiale, la perte d'énergie à l'interface ainsi que l'atténuation du champ dans le sol (milieu hétérogène et à pertes), ce qui rend la recherche dans ce domaine particulièrement intéressante.

Après capture par le dispositif des ondes ainsi diffractées, des algorithmes d'inversion spécifiques à cette configuration permettent de remonter à la cartographie de la permittivité diélectrique du sol, dont la partie réelle est directement liée à la teneur en eau du sol, et la partie imaginaire donne des informations sur la composition chimique du milieu.

Avant de faire de l'imagerie, la première étape consiste à comparer le champ mesuré et le champ simulé et à corriger les différences constatées entre la mesure et le modèle. Cette phase de calibrage permet de prendre en compte les variations de diagramme de rayonnement des antennes, les bruits de mesures, ... Cette étape constitue la première partie de mon travail de thèse et est primordiale pour obtenir des images quantitatives par la suite.

Light Trapping in Solar Cells

Francesco PASTORELLI - CLARTE

Directeurs de thèse : Nicolas Bonod, Jordi Martorell

1) Context / Study motivation

Solar cell industry is looking for alternative technologies to drastically decrease the cost of photovoltaic cells with good efficiencies. Organic materials are one of these alternatives which are cost effective and flexible offering a great potential to enlarge conditions of use of solar cells. The efficiency is still lower than those measured with inorganic cells but an increase from 8 % to 10 % could impose this technology on the market. A part of this increase will be provided by a stronger light matter-interaction in the organic material.

2) Description of approach and techniques

This PhD thesis is a joint project between the Fresnel Institute and ICFO-Institute of photonic sciences with the goal to search for innovative designs of nanostructures in organic solar cells in order to increase the light harvesting in the active layer. Considered topics include the study of:

I. Self assembled metallic particles which offer great possibilities in solar cells technology because the wavelength of resonance can be tuned by modifying the nanogap length of metallic dimers;

II. Ultrathin organic-metallic coatings which present very interesting optical properties to trap light into the organic material.

3) Results / Conclusions / Perspectives

Self assembled particles exhibit high scattering efficiencies of the incoming light. The strong coupling allowed by the tiny distance between the nanoparticles permits to scatter the light up to 16 times more than a two isolated particles. Moreover, considering that a standard organic solar cell could use only the 30% of the light in the 400nm-700nm solar spectrum we were able to simulate a nanostructured device that could achieve an usage up to 80% in such wavelength range.

Those encouraging simulation results could give rise to a near future promising fabrication study.

Nano-antennes optiques

Brice ROLLY - CLARTE

Directeur de thèse : Brian Stout, Co-directeur : Nicolas Bonod

Les nano-antennes optiques permettent d'accroître l'interaction lumière-matière à des échelles sub-longueur d'onde, et sur de larges bandes spectrales. L'interaction entre des émetteurs localisés et les antennes optiques a été étudiée de près ces dernières années en vue de (i) augmenter la vitesse de décroissance radiative et l'efficacité quantique des émetteurs, mais aussi (ii) rediriger le rayonnement électromagnétique. Réciproquement, lorsqu'on les éclaire depuis le champ lointain, les antennes optiques peuvent focaliser la lumière dans des volumes très réduits. La communauté scientifique s'est attachée récemment à reproduire le principe de l'antenne de Yagi-Uda, mais la réalisation d'une telle nano-antenne reste ardue. Nous proposons des designs plus simples et tout aussi performants, basés sur l'exploitation des propriétés des matériaux diélectriques et des métaux, ainsi que sur une étude approfondie du comportement réflecteur ou collecteur de sphères métalliques. Nos travaux sont basés sur une implémentation de la théorie de Mie généralisée à un ensemble de diffuseurs sphériques.

Mesure de la température de molécules individuelles par imagerie optique de super-résolution

Cesar Augusto VALADES CRUZ - MOSAIC

Directeur de thèse : Hervé RIGNEAULT

La mesure de température à l'échelle nanométrique représente aujourd'hui un réel challenge dans les nanotechnologies. La possibilité de mesurer la température de molécules uniques pourrait mener à des percées novatrices et des progrès considérables en physique, chimie et biologie. Jusqu'à présent, ce domaine de recherche reste toujours en grande partie inexploité, principalement en raison de la nature diffusible de la chaleur qui rend son analyse assez difficile avec une approche non-invasive en champ lointain. Plusieurs techniques visant à estimer la température à haute résolution ont été proposées, notamment des techniques optiques basées sur des mesures de fluorescence [1,2] ou d'émission Raman. Toutefois, la résolution de toutes ces techniques d'imagerie thermique reste limitée par le critère de Rayleigh. Nous présenterons ici une technique d'imagerie thermique pouvant atteindre une résolution spatiale de l'ordre de 20 nm et mesurer la température de molécules individuelles. Elle consiste à utiliser une technique optique de super-résolution, nommée STORM (Stochastic Optical Reconstruction Microscopy) [3] associée à une mesure d'anisotropie de polarisation de fluorescence. Afin de développer cette technique, nous utilisons comme nano-sources de chaleur idéales des nanoparticules d'or illuminées à leur longueur d'onde de résonance plasmonique.

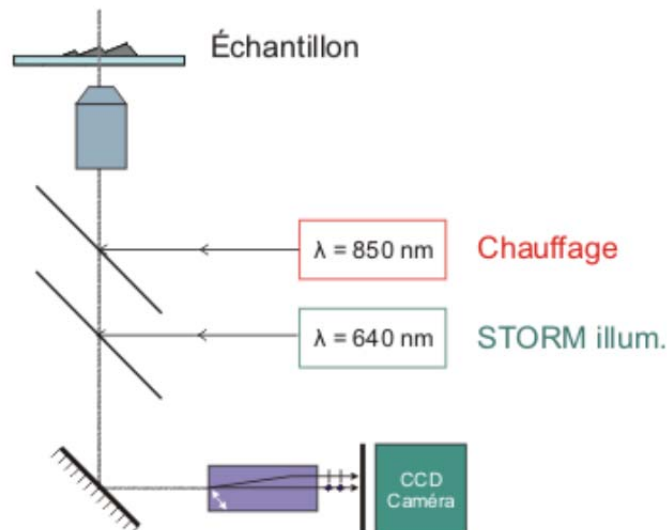


Figure 1 Montage expérimental. Une laser à 850 nm est utilisé pour chauffer les nanoparticules d'or tandis qu'un laser à 640 nm est utilisé pour exciter la fluorescence des molécules en mode STORM. Un "beam displacer" est utilisé pour séparer les deux images de polarisation sur deux zones de la caméra CCD.

[1] G. Baffou, M. P. Kreuzer, F. Kulzer, and R. Quidant., "Temperature mapping near plasmonic nanostructures using fluorescence polarization anisotropy," *Optics Express*, vol. 17, pp. 3291 -3298, 2009.

[2] G. Baffou, C. Girard, and R. Quidant, "Mapping heat origin in plasmonic structures," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 104, pp. 136 805–136 808, 2010.

[3] M. J. Rust, M. Bates, and X. Zhuang, "Sub-diffraction-limit imaging by stochastic Optical reconstruction microscopy (storm)," *Nature Methods*, vol. 3, pp. 793–796, 2006.

Traitement du Signal Multidimensionnel : application au réseau de capteurs

Guilhem VILLEMIN - GSM

Directeurs de thèse : Caroline Fossati, Salah Bourennane

Ces travaux sont financés par la DGA

Les méthodes dites à sous espaces ou à haute résolution telle que MUSIC (Multiple Signal Classification) ont permis de grandes évolutions dans les problématiques du traitement d'antenne, où l'on cherche à détecter et localiser des sources rayonnantes à partir des signaux reçus sur un réseau de capteurs ou une antenne.

De nombreuses évolutions ont été apportées à ces méthodes, leur donnant une plus grande souplesse vis-à-vis de leurs principales faiblesses (corrélation entre signaux sources et corrélation spatiale du bruit). Dans leurs applications classiques, ces méthodes nécessitent toujours un nombre de capteurs lié au nombre de sources que l'on cherche à localiser. On cherche ici à mettre en place des méthodes permettant de rompre cette nécessaire relation entre le nombre de sources et le nombre de capteurs, en travaillant également sur le pré-traitement des observations afin d'améliorer les performances globales en détection et localisation.

Research on cell membrane by one-photon polarimetric fluorescence microscopy

WANG Xiao - MOSAIC

Directeur de thèse : Sophie Brasselet, Patrick Ferrand

Molecular orientational order is a key parameter in a large variety of biological phenomena (such as cell motility, vesicular trafficking, signalling, protein interactions, etc.), which is related to the orientation and ordering of lipids and proteins in the cell membrane (Fig.1a). Measuring this information is essential to understand the molecular interactions that drive the morphology of bimolecular assemblies, from membrane protein aggregates to biopolymers involved in signaling events, cell mechanics, and adhesion.

Based on absorption and emission of light which are strongly dependent on the orientation of the fluorescence dipole and the polarization of the excitation optical fields, one-photon polarimetric fluorescence microscopy is proposed to measure the orientation properties of fluorescent lipid probes in a cell membrane. This technique relies on the analysis on fluorescence images recorded for several directions of linear exciting polarizations (Fig1.b) [1]. With this technique, the width Ψ (Fig 1a) of an angular distribution of an ensemble of dipoles present in the confocal volume can be measured without a priori knowledge on its average orientation $\langle \theta \rangle$ (Fig 1c), which is a strong advantage comparing to the more traditional fluorescence anisotropy imaging [2].

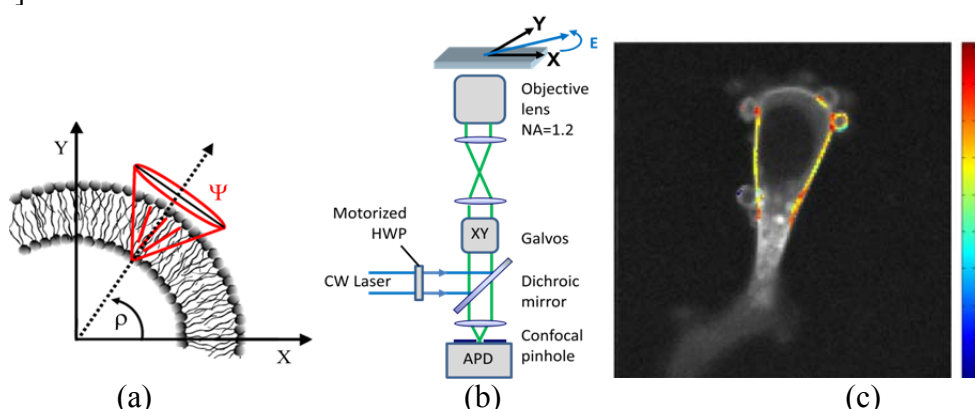


Fig.1: (a) Illustration of the angular distribution width Ψ of lipid probes (red lines) in the lipid membrane. (b) Scheme of experimental. (c) Map of Ψ .

[1] A. Gasecka, T.-J. Han, C. Favard, B.R. Cho, S. Brasselet, "Quantitative imaging of molecular order in lipid membranes using two-photon fuorescence polarimetry", *BioPhys J.* 97 (10) 2854-2862 (2009)

[2] A. Kress, P. Ferrand, H. Rigneault, T. Trombik, H.-T. He, D. Marguet, S. Brasselet, "Probing orientational behavior of MHC Class I protein and lipid probes in cell membranes by fluorescence polarization-resolved imaging", submitted.

Image Segmentation using Model-based Clustering

XIAO Zhiyong - GSM

Directeur de thèse: Salah BOURENNANE, Co-directeur : Mouloud ADEL

Image segmentation is one of the key stages in computer vision. It has received extensive attention. The goal of image segmentation is to detect objects in a given image. The methods for the image segmentation can be classified into two groups: contour-based models and region-based models. Contour-based models are to find the discontiguous boundaries of objects.

Region-based models are to find the similar regions in the given image.

We consider the image segmentation problem as the matrix partition problem and propose a mixture model based clustering to achieve the matrix partition. In the model based clustering method, the element of the given matrix are assumed coming from a mixture of probability distributions, which represent a set of clusters. Once the mixture model has been specified, using the Expectation-Maximization(EM) algorithm to solve the maximum-likelihood parameter estimation problem. After the parameters have been estimated, using the maximum a posteriori(MAP) rule to assign each element to a particular cluster. In our proposed method, we give a global criterion which is the sum of the likelihood function and the posteriori probability. And we maximize the global criterion, in order to obtain the partition matrix for each cluster.

Spatial Diversity Techniques for Free-Space Optical Communication Systems ***YANG Guowei - GSM***

Directeur de thèse : Salah Bourennane, Ali Khalighi

Free-space optical (FSO) communication, also called optical wireless communication, refers to the transmission of modulated infrared light through the atmosphere and permits very high-data-rate transmission. It has recently attracted considerable attention because of its advantages of ease of deployment, high bit-rates, high security, etc. FSO technology is used in a variety of applications such as last mile connectivity, LAN-to-LAN connections, connectivity between moving platforms, and ground-satellite communication. Due to propagation in the atmosphere, the performance of the FSO systems is impaired by several atmospheric factors such as absorption, scintillation, and scattering. Specially, optical scintillation induced by atmospheric turbulence can affect the performance of FSO links in for relative large transmission distances. My thesis is hence focused on the reduction of scintillation through the use of diversity techniques, and in particular, spatial diversity and aperture averaging.

So far, after a bibliographical research on FSO systems and the related signal processing and data detection tasks, I have studied different spatial diversity schemes: multiple-aperture systems, called SIMO (Single-Input Multiple-Outputs), multiple-beam systems, called MISO (Multiple-Inputs Single-Output), and a combination of them, called MIMO (Multiple-Inputs Multiple-Outputs) under the conditions of moderate to strong turbulence. By comparing these three systems, I have shown that the MISO architecture has a better performance than SIMO, and that the MIMO system provides a much better improvement at relatively low bit-error-rates.

I have also studied the impact of fading correlation for different spatial diversity schemes. I have suggested a method to generate correlated fading coefficients under the Gamma-Gamma channel model, usually used for FSO systems. I am continuing working on spatial diversity systems by considering the use of avalanche photodiodes at the receiver. Also, I am considering efficient signaling schemes for the case of transmit-diversity systems (MISO and MIMO).

Imagerie d'objet enfouis en utilisant la décomposition de l'opérateur de retournement temporel

ZHANG Ting –

Directeurs de thèse : Kamal Belkebir, Patrick Chaumet

L'étude que nous effectuons porte sur la caractérisation d'objets enfouis, immergés dans un milieu supportant un bruit de structure important, par sondage électromagnétique. Par bruit de structure nous entendons une fluctuation de la permittivité du milieu ou la présence de nombreux diffuseurs. Le ou les objets à caractériser sont illuminés successivement par des antennes placées sur plan parallèle à l'interface séparant deux milieux semi-infinis et le champ diffracté est mesuré sur chaque antenne. Le but est donc de déterminer nombre de cibles échogènes, leurs formes géométriques ainsi que la matière constitutive de chaque cible en présence.

Pour ce faire nous utilisons la méthode de Décomposition de l'Opérateur de Retournement Temporel (D.O.R.T). Les premières études ont été effectuées dans le cas d'une configuration incomplète: les antennes sont placées sur un seul plan de mesure avec une seule orientation des antennes. L'étude des invariants de cet opérateur (valeurs et vecteurs propres) permet d'une part de dénombrer les diffuseurs et d'autre part de synthétiser une onde focalisant sélectivement sur chacun des diffuseurs. Nous avons étudié l'influence du couplage entre deux diffuseurs.

Après avoir effectué l'étude en espace homogène, nous nous sommes intéressés au problème plus complexe de la caractérisation d'un diffuseur immergé dans un bruit de structure: c'est à dire un milieu où la permittivité fluctue spatialement autour d'une valeur moyenne. Nous avons appliqué une méthode itérative d'inversion pour reconstruire l'objet (forme géométrique ainsi que la distribution permittivité), en utilisant comme champs diffractés des données synthétiques obtenus par résolution numérique du problème direct de diffraction. Dans cet algorithme d'inversion nous avons utilisé comme onde incidente le champ déduit de la décomposition de l'Opérateur de Retournement Temporelle. Dans ce cas, nous montrons que l'inversion est plus robuste au bruit de structure notamment lorsque le couplage entre le diffuseur et le bruit de structure est important.

Modélisation multi-échelle de systèmes nanophotoniques

Application à l'optimisation de systèmes d'imagerie

Mandiaye FALL – CLARTE / CEA Grenoble

Directeur de thèse : Brian STOUT

La modélisation en micro et nanophotonique, nécessaire à l'optimisation fine des dispositifs optiques avancés, implique de résoudre les Equations aux Dérivées Partielles (EDP) de Maxwell dans un espace à trois dimensions de façon précise et rapide. Or, les dispositifs nanophotoniques font le plus souvent intervenir un grand nombre d'objets distants et d'échelles différentes, c'est pourquoi le type de modélisation le plus approprié est la modélisation multi-échelles.

Compte tenu des spécificités liées au domaine d'application (systèmes micro- et nanophotoniques), les géométries comportent généralement un grand nombre de couches de matériaux, considérées comme infinies. Dans ce cas, le calcul des fonctions de Green est plus complexe qu'en espace libre et pénalise le temps d'assemblage des systèmes linéaires en jeu.

L'étude consiste à développer un algorithme multi-échelles Fast Multipole (FMM Fast Multipole Method) sur une base de méthode de calcul électromagnétique de type intégrale aux frontières (MIF), pour une conception rapide de systèmes optiques de grandes dimensions.

Multimodal recording and processing of complex metallic surfaces

Mohammed BENMOUSSAT - GSM

Directrice de thèse : Mireille Guillaume

The project concerns the computer vision and image processing domains and is based on previous researches effectuated at the Fraunhofer (surface inspection) and the Fresnel (signal and image processing) institutes. The main objective is the use of multimodal signal/image processing for the inspection of complex industrial metallic parts. Different imaging modalities and different domains of wavelengths will be evaluated, combined and tested. A particular attention will be given to polarimetric, multispectral and hyperspectral imaging in the visible and the near infrared domains.

The working plan fixed consists of two major parts:

- Adaptation of the existing recording and processing methods for the purposes of this thesis. On the one hand, the Fraunhofer laboratory has made available the necessary equipments (color and monochromatic cameras, light sources (visible and near IR), metallic parts, tools for defaults manufacturing ...) to achieve the images recording. On the other hand, Fresnel institute has provided the necessary algorithms (target detection, anomaly detection, and classification methods for hyperspectral and multispectral imagery) to treat these images.
- Development of the original methods that will be applied to complex defects to solve/answer open problems within the context of industrial inspection.

In the framework of the first part of the thesis work, classical hyperspectral images algorithms for: target detections (ACE, AMF), spectral distance measures (SAM, SID, TAU) and anomaly detector (RX) have been tested on multimodal data cubes constructed by the acquisition system and using different light sources (visible and near-infrared).

The results show the potential of the multimodal approach. Based on the first experiments, we select some relevant modalities for defects detection, particularly, the directional light without polarization and the diffuse light with polarization.

In order to develop original methods, we have to characterize the researched defects classes and this will be the subject of next studies.

Etude de l'interaction laser-matière en régime sub-picoseconde :

Application aux couches minces optiques

Benoit MANGOTE – MAP2

Directeur de thèse : Mireille Commandré, Codirecteur : Laurent Gallais

Le développement des sources lasers ultracourtes est principalement limité par la tenue au flux laser des différents éléments optiques employées pour leur conception et plus particulièrement ceux possédant à leur surface des traitements optiques. Ces traitements consistent en un empilement de films diélectriques dont l'épaisseur est de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière. Ces « couches minces » permettent alors de transformer un simple morceau de verre en un élément optique complexe (ex : miroir, filtre ...). Les travaux menés actuellement au sein de l'équipe MAP² ont pour vocation d'étudier l'interaction laser-couches minces en régime sub-picoseconde et femtoseconde d'un point de vue destructif

(endommagement de la matière) et non destructif (modification locale d'indice optique) afin d'en comprendre les mécanismes. Ces recherches permettront à terme de proposer des solutions afin d'améliorer la résistance des optiques traitées et rendront possible la réalisation de nouveaux composants optiques réalisés à partir de retouches locales des propriétés géométriques et physico chimiques d'une ou plusieurs couches par le biais d'impulsion femtoseconde.

Plasma immersion ion implantation as a key doping solution for silicon-based solar cells

Thomas MICHEL, MAP2

Directeur de thèse : Mireille Commandré

While manufacturing cost reduction and factory output drive down the cost of PV, cell efficiency and homogeneity of production are the keys to produce more watts per cell aiming to achieve grid parity. In this way innovations such as selective emitters by redistributing the emitter profile frontside and such as rear surface passivation are the new architecture improvements of the conventional cell design. Compared to diffusion processes, plasma immersion ion implantation provides a better accuracy and control of concentration and depth without dead layer.

PULSION® doping allows a decrease of the saturation current, an enhancement of the blue response, and thus an efficiency increase of selective emitter solar cells. After the implantation step, a dry oxidation anneal can lead to the formation of a thin thermal oxide for emitter passivation. Furthermore, this emitter engineering sequence reduces the manufacturing costs by eliminating the process steps of laser edge isolation and phosphosilicate glass removal. Concerning boron doping, PULSION® not only has the capability to achieve doping with required sheet resistance, but has also the capability to reduce the width of the boron-rich layer generated near the surface by diffusion processes.

Métrologie des dimensions critiques : Scattérométrie et développements avancés

Alexandre VAUSELLE - MAP2

Directeur de thèse : Deumié Carole, Georges Gaëlle, Maillot Philippe (STMicroelectronics)

L'amélioration des performances en microélectroniques implique une capacité à mesurer les dimensions des composants aussi petites soient elles, avec une grande précision. Les principaux acteurs du secteur de la microélectronique, associés dans l'ITRS (International Technology Roadmap on Semiconductors) publient chaque année un ensemble de recommandations qui fixent les tailles de structures à atteindre et les outils de métrologie à développer pour les mesurer. Parmi les techniques les plus prometteuses, la scattérométrie est fortement recommandée.

Cette méthode de mesure est principalement utilisée pour la reconstruction des structures périodiques. Cependant, avec la miniaturisation des composants, il s'avère nécessaire de contrôler également d'autres paramètres, tels que la pente ou la rugosité. Aux petites échelles, ces paramètres peuvent modifier les propriétés électriques des composants.

L'objectif des travaux est de développer et de mettre en place des boucles de contrôle, non proposées par les appareils commerciaux, et permettant l'étude de structure optiquement et topologiquement complexe.