

L'INSTITUT FRESNEL

PAR STÉPHAN ENOCH

Directeur du Laboratoire
Institut Fresnel
Unité Mixte de Recherche 7249 (CNRS - AMU - ECM)

L'Institut Fresnel est une Unité Mixte de Recherche créée en l'an 2000, dont les tutelles sont Aix-Marseille Université, le CNRS et Centrale Marseille.

UN LABORATOIRE AUX MULTIPLES COMPÉTENCES

L'institut compte aujourd'hui 168 chercheurs et enseignants-chercheurs dont 54 doctorants et accueille chaque année une cinquantaine de stagiaires. Vingt-six nationalités y sont représentées et le financement sur projet est d'environ 3,5 M€ / an (dont 1,2 M€ en personnels).

Les partenariats avec des acteurs économiques sont nombreux : STMicroelectronics, Groupe Ménard/VINCI, PSA, Thales, Essilor, Phasics, Galderma, L'Oréal, Safran, Sagem... Tout comme les collaborations internationales (Universités de Karlsruhe, Iéna, Barcelone, Florence, Liverpool, Liège, Princeton, Californie, Shanghai, Hong-Kong, Sydney, Kânpur...). De plus, le laboratoire travaille étroitement avec les acteurs en Optique-Photonique de la région (pôle de compétitivité OPTITEC, Institut Carnot Star, C'Nano PACA, Cilas, Bertin, Silios, IBS...). Une vingtaine de brevets ont été déposés ces quatre dernières années.

En 2014-2015, l'Institut Fresnel a concrétisé deux collaborations étroites : un laboratoire commun avec la société CILAS implantée à Aubagne dénommé LABTOP, et un Laboratoire International Associé avec le centre d'excellence CUDOS en Australie : le LIA-ALPhFA.

Récemment, deux chercheurs de l'Institut Fresnel ont enfin été distingués : Jérôme Wenger a reçu le Prix Fabry-de-Gramont lors du congrès de la SFO en juillet 2015 pour ses travaux en Nanobiophotonique, et Guillaume Baffou a reçu la Médaille de Bronze du CNRS pour l'ensemble de ses recherches et

notamment celles sur les Nanoparticules d'Or. Les activités de recherche de l'Institut Fresnel sont regroupées autour de quatre thématiques.

ANALYSER ET MODELISER LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

L'étude des ondes électromagnétiques classiques est développée depuis plus de 50 ans à l'Institut Fresnel. L'utilisation systématique des méthodes mathématiques modernes et de la modélisation numérique rigoureuse est une véritable spécificité dans l'approche développée à Marseille. Ces méthodes ont été historiquement appliquées à la modélisation fine et à la compréhension des réseaux de diffraction et des couches

© INSTITUT FRESNEL



ESPACE PHOTONIQUE DE L'INSTITUT FRESNEL.

minces optiques. Ce domaine de recherche s'est aujourd'hui enrichi en multipliant les activités effectuées aux interfaces avec les mathématiques appliquées, mais aussi avec la physique quantique, les ondes hydrodynamiques et mécaniques ou les processus de diffusion.

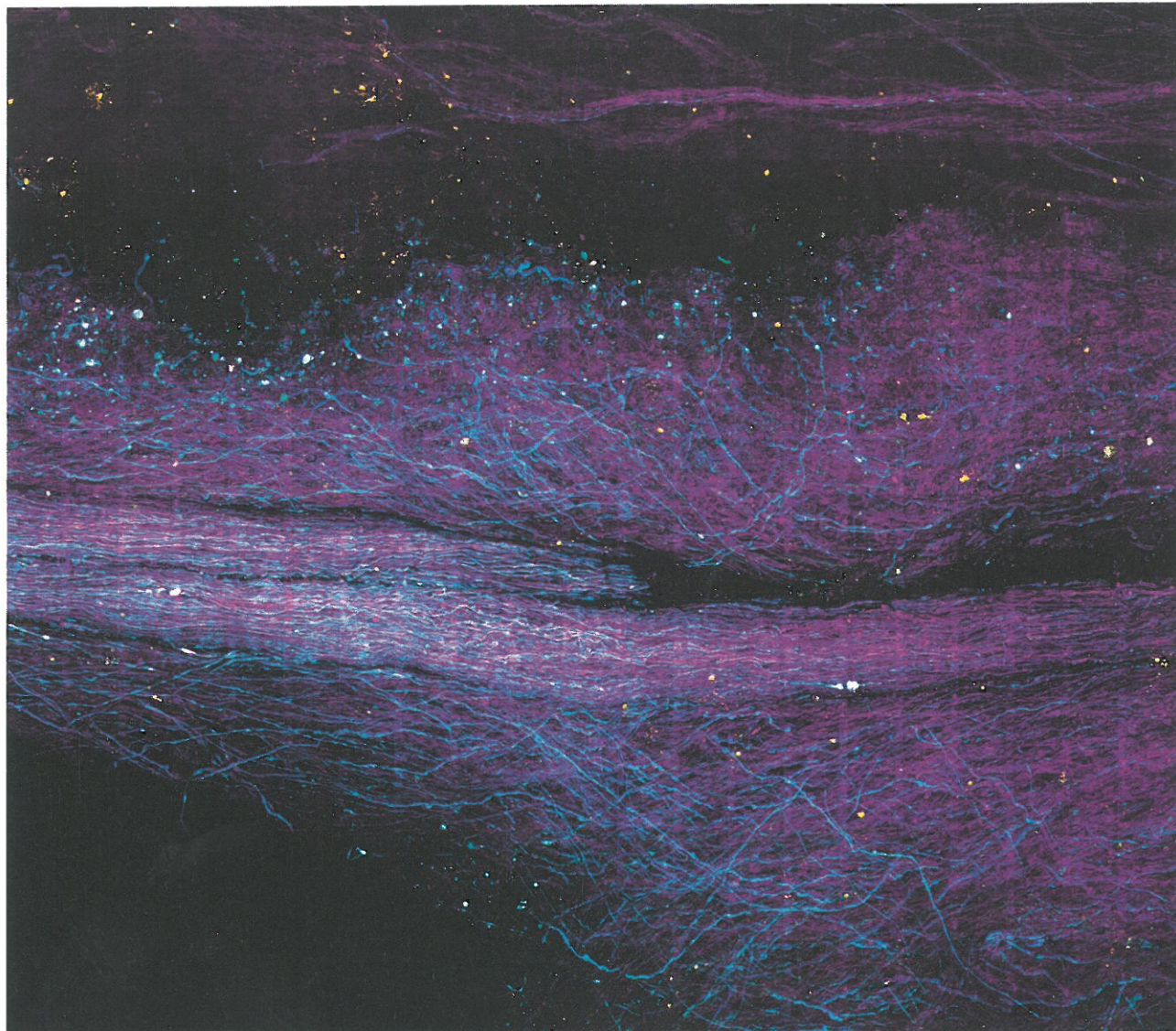
L'un des atouts du laboratoire est de développer des recherches sur les ondes électromagnétiques depuis les aspects les plus théoriques jusqu'à la réalisation et la caractérisation de véritables démonstrateurs. Ces travaux regroupent les activités suivantes : l'étude d'aspects fondamentaux en optique électromagnétique, la modélisation des équations des ondes, et l'analyse de phénomènes en électromagnétisme ; la recherche sur les méta-matériaux trouvant une place spécifique pour son caractère transverse. Le concept d'invisibilité trouve

des applications dans les domaines de la protection sismique ou des digues innovantes par exemple.

STRUCTURER LA MATIERE ET CONTROLER LES ONDES

Au-delà des composants classiques tels que lentilles et miroirs, les nouvelles méthodes de fabrication offrent des technologies innovantes pour réaliser des fonctions inédites telles que des filtres optiques microstructurés ou des antennes résonantes pour confiner la lumière dans des dimensions extrêmement faibles.

Ces activités de recherche s'articulent autour de la nanophotonique, des couches minces optiques, de la métrologie de composants à hautes



IMAGERIE DE FLUORESCENCE PAR ENDOSCOPIE DANS UN EMBRYON DE DROSOPHILE.

© INSTITUT FRESNEL - P. GASECKA



ONDES ALÉATOIRES ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Dès que l'on s'intéresse à des ondes et à l'analyse de leurs propriétés statistiques, à leur acquisition et au traitement de l'information associée, la prise en compte de l'aspect aléatoire des grandeurs considérées devient importante.

Il s'agit de s'interroger sur le traitement de l'information dans le cas de signaux et d'images bruités, pour lesquels une prise en compte des propriétés aléatoires des fluctuations est nécessaire pour concevoir des techniques adaptées à ces perturbations et pour étudier et caractériser les performances de traitement. Les répercussions pratiques vont de l'imagerie satellitaire pour l'évaluation et la surveillance de l'environnement à l'imagerie médicale, tous les domaines utilisant des images étant concernés.

On notera quatre activités : polarisation et cohérence optique, télécommunications et traitement du signal multidimensionnel, modélisation et traitements pour la télédétection, segmentation et poursuite pour les images bruitées pour lesquelles un grand nombre de travaux théoriques restent à conduire. Les applications se trouveront ensuite dans le vivant (animal et végétal), l'éclairage, la télédétection et la sécurité.

IMAGER ET SONDER

Les techniques d'imagerie et de sondage évoluent constamment en raison d'une demande sociétale forte. L'Institut Fresnel développe dans ce contexte une activité à la pointe, aussi bien dans les concepts analytiques et numériques, l'instrumentation, les applications pour l'imagerie du vivant que dans le sondage et le diagnostic de la matière. Les ondes manipulées et imagées de cet axe de recherche couvrent l'optique, les rayons X et les micro-ondes. Cela regroupe des travaux autour de l'imagerie par reconstruction numérique, de l'instrumentation et de l'imagerie pour l'étude du vivant.

Ces recherches fortement interdisciplinaires proposent des compétences en numérique/traitement des images, biologie, science de la matière, optique et micro-ondes. La richesse de ces interactions donne une forte valeur ajoutée aux travaux du laboratoire, qui couvrent largement les aspects fondamentaux et leurs applications dans divers domaines, notamment à travers une forte valorisation industrielle.

performances et de l'endommagement et des procédés lasers.

Une des forces de l'Institut Fresnel est de disposer de toutes les compétences clés pour concevoir, réaliser, caractériser et mettre en application les nouveaux composants optiques. L'unité dispose à cet effet d'équipements remarquables comprenant une salle blanche, des moyens technologiques de dépôt et de gravure mais également de différentes chaînes laser de puissance et de nombreux moyens de caractérisation.

Cela permet le développement de nouvelles recherches, par exemple sur le contrôle des transferts d'énergie entre molécules, phénomène essentiel pour la photosynthèse, la photovoltaïque et les biotechnologies. Les études en thermoplasmonique permettent de résoudre des problèmes actuels en chimie et en biologie, notamment dans le guidage optique de neurones. Par ailleurs, les avancées récentes des nano-antennes sont prometteuses pour de nombreuses applications, notamment en biotechnologie.

FILTRE COLORIMÉTRIQUE RADIALEMENT VARIABLE.

