

FAITS MARQUANTS 2014



INSTITUT
FRESNEL

*Institut Fresnel – UMR 7249 – Faculté des Sciences St-Jérôme
Avenue Escadrille Normandie-Niemen - 13013 Marseille - FRANCE*

www.fresnel.fr

Espace Photonique

Une plateforme dédiée aux Couches Minces Optiques

L'Espace Photonique de l'Institut Fresnel, dont la construction et l'installation s'est achevée en septembre 2014, est un espace de 250 m² de salles blanches et grises, dédié à l'implantation des moyens technologiques de fabrication de l'équipe Couches Minces Optiques (RCMO) de l'Institut FRESNEL. Cette plateforme technologique, dont la création a bénéficié d'un financement CPER (Contrat de Plan Etat Région), comprend 5 bâtis de dépôt de couches minces optiques de technologies différentes, incluant notamment la pulvérisation ionique assistée, la pulvérisation cathodique magnétron (Leybold Optics HELIOS) et l'évaporation par canons à électrons assistée par plasma (Leybold Optics SYRUSpro 710). L'ensemble de ces machines permet le dépôt à haute vitesse de couches denses et spatialement uniformes de matériaux aussi bien diélectriques que métalliques. De plus, cet Espace Photonique est équipé des moyens de préparation et de caractérisation des échantillons fabriqués : machine automatisée de nettoyage, spectrophotomètre large bande, système interférométrique de contrôle de rugosité et de forme... La disponibilité de ces moyens permet de confirmer la position de l'Institut Fresnel comme pôle de référence au niveau européen dans le domaine des couches minces optiques et du filtrage interférentiel.

L'ensemble de ces moyens a été utilisé au cours de cette dernière année pour mener à bien de nombreux projets expérimentaux, tels que la réalisation de filtres optiques interférentiels complexes pour l'astronomie et le spatial ou la démonstration du premier prototype de filtres pixélisés destinés au développement de caméras multispectrales intégrées.

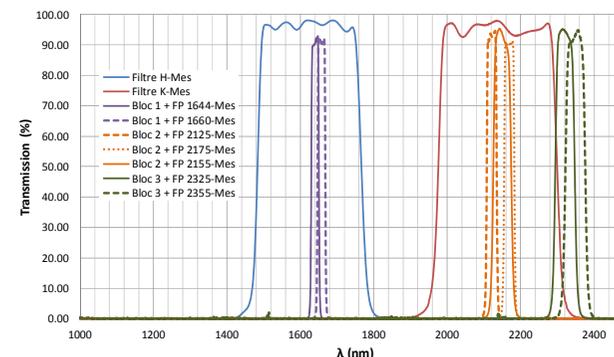


Figure 1 : Exemple de filtres complexes pour le proche infrarouge

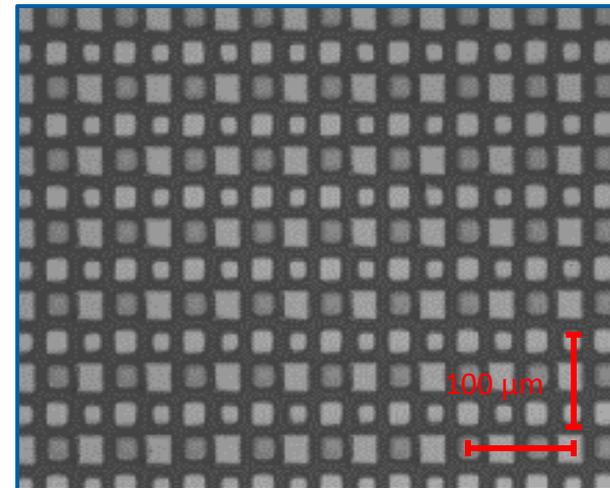


Figure 2 : Exemple de filtres pixélisés

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

RCMO

- T. Begou, H. Krol, C. Hecquet, C. Bondet, J. Lumeau, C. Grezes-Besset, and M. Lequime, "Optical filters for UV to near IR space applications", Proceedings of the International Conference on Space Optics (Tenerife, Spain), paper **66488**, October 2014
- M. Lequime, L. Abel-Tiberini, J. Lumeau, K. Gasc, J. Berthon, "Complex Pixelated Optical Filters", Proceedings of the International Conference on Space Optics (Tenerife, Spain), paper **66454**, October 2014
- Fabien Lemarchand, "Application of clustering global optimization to thin film design problems," Opt. Express **22**, 5166-5176 (2014)
- F. Lemarquis, Athermal compensation of the stress-induced surface deflection of optical coatings using iso-admittance layers, Applied Optics, Optical Society of America, **53** (4), pp.A229-A236 (2014)
- J. Lumeau, Leonid Glebov. Mechanisms and kinetics of short pulse laser-induced destruction of silver-containing nanoparticles in multicomponent silicate photo-thermo-refractive glass, Applied Optics, Optical Society of America, **53** (31), pp.7362-7368 (2014)

La lumière dans tous ses états...

Un article paru dans la revue Physical Review A de septembre 2014 sur des travaux menés par des membres de l'équipe CLARTE de l'Institut Fresnel présente la synthèse de plusieurs approches traitant du problème suivant: combien de temps faudra-t-il pour que la lumière piégée dans une cavité de très grande qualité (du type de celle utilisée par Serge Haroche et ses collaborateurs à l'Ecole Normale Supérieure de Paris pour mesurer le processus de décohérence quantique) s'échappe ou soit absorbée par les parois. Le problème peut être considéré du point de vue de la physique quantique, auquel cas la lumière est traitée comme un ensemble de particules, les photons. Il peut aussi être abordé selon le point de vue classique qui prédit que la lumière est une vibration électromagnétique. Le trait d'union entre ces points de vue est fourni par le concept d'état cohérent développé il y a un demi-siècle par Glauber et Sudarshan. De tels états interagissent avec l'environnement (la cavité à perte) en préservant leur nature quasi-classique car il ne s'accompagne pas en leur cas d'une perte de cohérence. Cette propriété ouvre la porte à des calculs de temps de vie purement classiques (quasi-modes; optique géométrique).

Comme Serge Haroche et son équipe l'ont démontré expérimentalement, la décohérence apparaît dès lors que l'on considère des superpositions d'états cohérents du type "chaton de Schrödinger".

Selon le régime considéré (peu ou beaucoup de photons), la lumière piégée dans la cavité sera sujette à des sauts quantiques aléatoires, qui donneront lieu, dans le cas où un grand nombre de photons est présent, à une dissipation continue, exponentielle, de type classique.

Référence bibliographique : V. Debierre, G. Demésy, T. Durt, A. Nicolet, B. Vial, F. Zolla, "Absorption in quantum electrodynamic cavities in terms of a quantum jump operator", Phys. Rev. A **90**, 033806 (2014)

<http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRevA.90.033806>

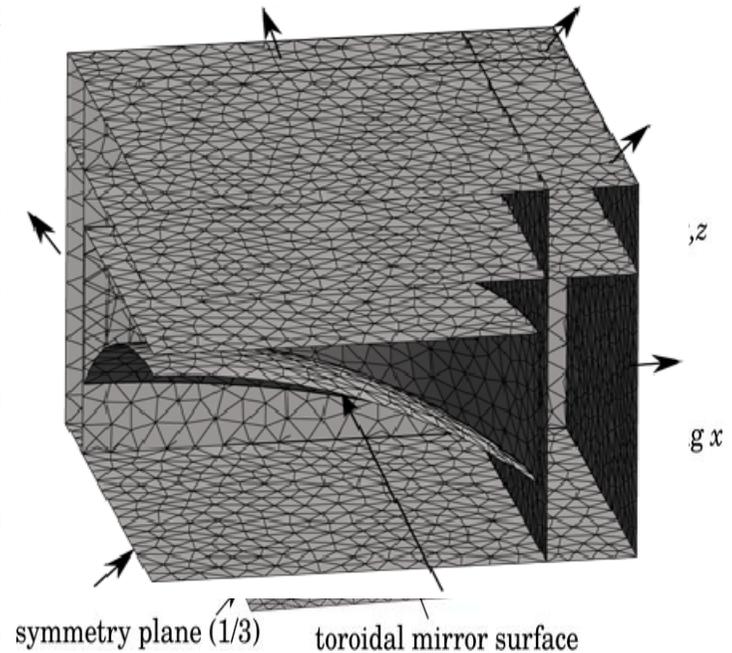


Figure : Domaine de calcul pour simuler la cavité, correspondant par exploitation des symétries à un huitième de la cavité et au vide environnant.

Cette figure a été choisie par Physical Review A pour le 'Kaléidoscope' de Septembre 2014 :

<https://journals.aps.org/pr/kaleidoscope/September2014>

Des Cellules solaires organiques semi-transparentes

Les cellules solaires organiques sont légères, flexibles et leur faible coût de production pourrait leur permettre rapidement d'alimenter les composants électroniques énergivores. Dans ce cadre d'application, les cellules solaires semi-transparentes sont particulièrement intéressantes car elles pourraient être intégrées à des écrans d'affichage. Elles souffrent cependant de rendements inférieurs aux cellules organiques opaques car la transparence était jusqu'alors associée à une forte diminution du couplage entre la lumière et le milieu actif.

Des chercheurs de l'Institut Fresnel (Marseille) et du laboratoire ICFO (Barcelone) sont parvenus à fabriquer des cellules organiques semi-transparentes qui présentent une efficacité de 5.7%, soit 90% (power conversion efficiency) de leur équivalent opaque. Pour relever ce défi, ces équipes de recherche ont inséré le milieu actif entre 2 électrodes métalliques ultra-fines (10 nm), dont l'une est recouverte d'un revêtement anti-reflet, et la seconde repose sur un empilement de couches minces diélectriques réfléchissantes. Cette cavité optique permet de piéger la lumière dans le milieu actif pour augmenter le rendement de la cellule solaire, tout en garantissant une transparence supérieure à 20%.

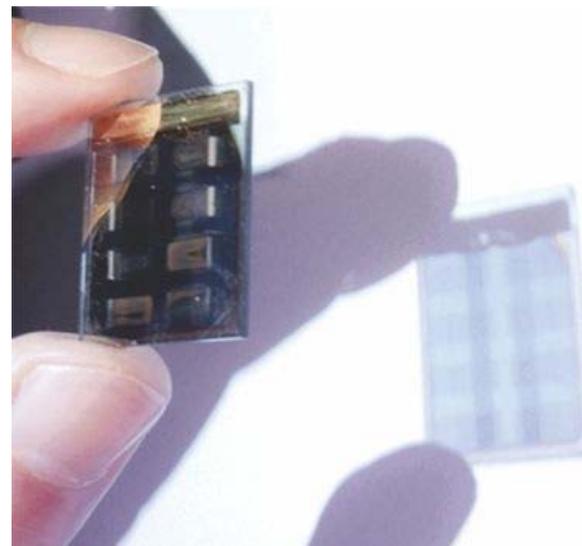


Figure 1

Contact chercheur : Nicolas BONOD nicolas.bonod@fresnel.fr

Références :

F. Pastorelli, P. Romero Gomez, R. Betancur, A. Martinez-Otero, N. Bonod, J. Martorell, "Enhanced Light Harvesting in Semitransparent Organic Solar Cells Using an Optical Cavity Configuration," Adv. En. Mat., in press (2014).

DOI: 10.1002/aenm.201400614.

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

CLARTE

- V. Debierre, G. Demésy, T. Durt, A. Nicolet, B. Vial, F. Zolla, “Absorption in quantum electrodynamic cavities in terms of a quantum jump operator,” Phys. Rev. A **90**, 033806 (2014)
- B. Vial, F. Zolla, A. Nicolet, M. Commandré, “Quasimodal expansion of electromagnetic fields in open two-dimensional structures,” Phys. Rev. A **89**, 023829 (2014).
- W. Walasik, G. Renversez, Y. V. Kartashov, “Stationary plasmon-soliton waves in metal-dielectric nonlinear planar structures: Modeling and properties,” Phys. Rev. A **89**, 023816 (2014)
- V. Grigoriev, G. Demésy, J. Wenger, N. Bonod, “Singular analysis to homogenize planar metamaterials as nonlocal effective media,” Phys. Rev. B **89**, 245102 (2014)
- M. Kadic, G. Dupont, S. Enoch, S. Guenneau, “Invisible waveguides on metal plates for plasmonic analogs of electromagnetic wormholes,” Phys. Rev. A **90**, 043812 (2014)
- G. Boudarham, R. Abdeddaim, N. Bonod, “Enhancing the magnetic field intensity with a dielectric gap antenna,” Appl. Phys. Lett. **104**, 021117 (2014)
- A. Monmayrant, S. Aouba, K. C. Shin Yu, P. Arguel, A. L. Fehrembach, A. Sentenac, O. Gauthier-Lafaye, “Experimental demonstration of 1D crossed gratings for polarization-independent high-Q filtering,” Opt. Lett. **39**, 6038-6041 (2014)
- Evgeny Popov, ed. Gratings: Theory and Numeric Applications, Second Revisited Edition, AMU (PUP), 2014, ISBN 978-2-85399-943-4

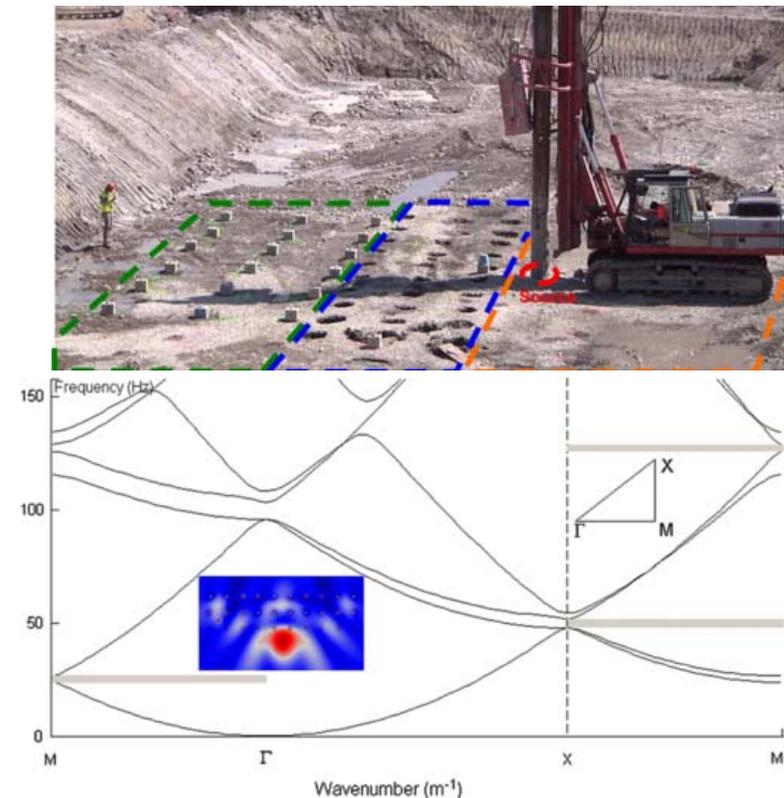
Un métamatériau sismique pour le contrôle des ondes de Rayleigh

Un article paru dans la revue Physical Review Letters du 31 mars 2014 sur des travaux menés par deux équipes de l'Institut Fresnel (CLARTE et CONCEPT) en partenariat avec l'entreprise Ménard (groupe VINCI), démontre théoriquement et expérimentalement qu'une onde sismique de surface (dite de Rayleigh) qui se propage dans un bassin sédimentaire de la région grenobloise est réfléchiée par un réseau de trous. L'originalité de l'approche suivie par ces 2 équipes a consisté à utiliser des concepts issus de la physique des cristaux photoniques qui sont étudiés depuis quinze ans à l'Institut Fresnel, pour créer une bande interdite pour les ondes de Rayleigh se propageant à 50 Hertz à travers un réseau de trous de 0,3m de diamètre espacés de 1,7m. Un modèle asymptotique de vibration de plaque rend bien compte du comportement de la structure testée en grandeur nature.

Le contrôle des ondes de Rayleigh qui sont particulièrement délétères pour les constructions sur des sols sédimentaires (cf. le tremblement de terre de 2009 à L'Aquila) donne lieu au dépôt de deux brevets sur des structures passives parasismiques. Ces recherches sur les métamatériaux sismiques bénéficient par ailleurs d'un financement ERC (ANAMORPHISM).

Référence bibliographique : S. Brûlé, E. Javelaud, S. Enoch, S. Guenneau
"Experiments on seismic metamaterials: Molding surface waves" Phys. Rev. Lett. **112**, 133901 (2014)
<http://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.112.133901>

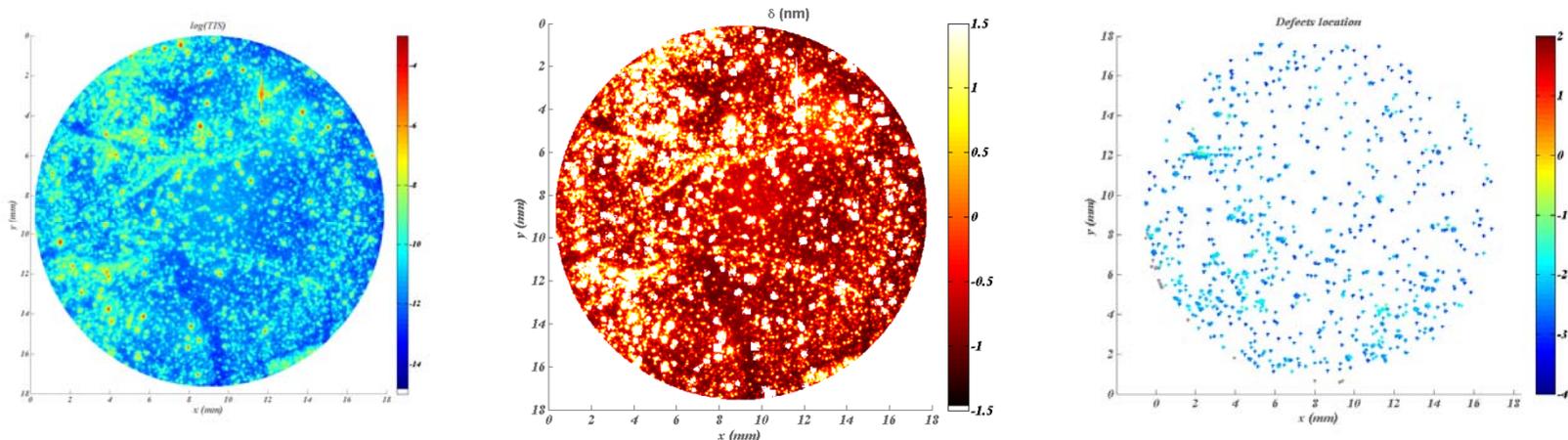
Contacts chercheurs : Sébastien GUENNEAU sebastien.guenneau@fresnel.fr – Stefan ENOCH stefan.enoch@fresnel.fr
Contact à Ménard: Stéphane Brûlé stephane.brule@menard-mail.com



Figures: Photo de la réalisation expérimentale (en haut); Courbes de dispersion des ondes de surface faisant apparaître une bande interdite partielle autour de 50 Hertz (en bas); Distribution de l'énergie pour une source à 50 Hertz en présence du réseau de trous (médaillon).

Reconstruction en champ lointain de la Topographie de surface

Les techniques de diffusion lumineuse en champ lointain sont utilisées depuis des décennies pour caractériser les états de surface. Toutefois ces techniques ont toujours été limitées à une description "globale" de la topographie de surface, réduite à l'extraction, dans la fenêtre fréquentielle optique, d'un écart quadratique ou de spectres de rugosités moyens (analyse spectrale des moments d'ordre 2). Un autre verrou concerne par ailleurs la contribution des défauts isolés (piqûres, rayures, contaminants) dans la valeur obtenue pour la rugosité intrinsèque de l'échantillon, information clé dès que l'on s'intéresse aux phénomènes d'endommagement laser, aux procédés de polissage ou aux très faibles pertes ($< 10^{-5}$). Dans ce contexte, l'équipe CONCEPT a développé un nouvel instrument et de nouvelles procédures pour lever ces 2 verrous. Il est désormais possible d'extraire la topographie (le profil) des états de surface par une mesure directe en champ lointain, tout en extrayant de cette topographie la contribution des défauts isolés. Il s'agit là d'une étape majeure pour les techniques de diffusion lumineuse. De grands groupes ont déjà manifesté leur intérêt pour acquérir cet instrument.



Référence :

M. Zerrad, M. Lequime, and C. Amra, "Spatially resolved surface topography retrieved from far-field intensity scattering measurements," *Appl. Opt.* **53**, A297-A304 (2014)

Partenariat et soutien
Région PACA, CNRS MI,
DGA, CNES

Contacts chercheurs : Myriam ZERRAD, myriam.zerrad@fresnel.fr - Michel LEQUIME, michel.lequime@fresnel.fr

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

CONCEPT

- S. Brûlé, E. Javelaud, S. Enoch, S. Guenneau "Experiments on seismic metamaterials: Molding surface waves" *Phys. Rev. Lett.* **112**, 133901 (2014)
- M. Zerrad, M. Lequime, and C. Amra, "Spatially resolved surface topography retrieved from far-field intensity scattering measurements," *Appl. Opt.* **53**, A297-A304 (2014)
- A. Ghabbach, M. Zerrad, G. Soriano, S. Liukaityte and C. Amra, *Depolarization and enpolarization DOP histograms measured for surface and bulk speckle patterns*, *Optics Express* **22**, 21427 (2014).
- A. Ghabbach, M. Zerrad, G. Soriano and C. Amra, *Accurate metrology of polarization curves measured at the speckle size of visible light scattering*, *Optics Express* **22**, 14594 (2014).
- G. Soriano, M. Zerrad and C. Amra, *Enpolarization and depolarization of light scattered from chromatic complex media*, *Optics Express* **22**, 12603 (2014).

Segmentation d'images inhomogènes rapide sans a priori sur le type de bruit présent dans l'image

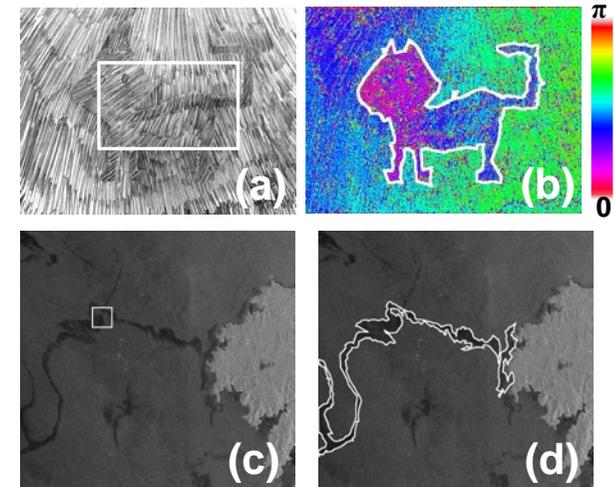
La segmentation d'images bruitées est un enjeu important pour beaucoup d'applications, en particulier lorsque l'on cherche à aboutir à des solutions rapides et faiblement supervisées. Parmi les difficultés rencontrées, il existe de nombreuses situations où le type de bruit présent dans l'image n'est pas connu précisément et où de plus ce bruit n'est pas homogène sur l'image, par exemple en présence d'illuminations non uniformes.

Suite aux nombreux travaux de l'équipe PhyTI sur la segmentation d'images bruitées, nous avons récemment montré dans le cas de la segmentation d'un objet unique, qu'il était possible d'aboutir à une technique robuste aux inhomogénéités de fluctuation des niveaux de gris, et qui ne nécessite pas de connaissance a priori sur le bruit présent dans l'image [1].

De plus, lorsque les inhomogénéités sont modélisées par des fonctions quadratiques, l'approche proposée permet d'aboutir à des temps de calculs réduits (typiquement de l'ordre de 50 millisecondes pour une image 256x256 pixels). Cette approche a également été généralisée par la suite à d'autres types d'inhomogénéités plus complexes [2].

Références bibliographiques :

- [1] S. Liu, F. Galland and N. Bertaux, "Fast nonparametric active contour adapted to quadratic inhomogeneous intensity fluctuations" Pattern Recognition, Vol. 47 (11), pp. 3681-3692, (2014) <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2014.05.013>
- [2] S. Liu, F. Galland and N. Bertaux, "Nonparametric MDL segmentation of inhomogeneous images based on Quadratic Local Binary Fitting" Top 10% paper at ICIP 2014, Paris.



Ligne 1: Segmentation d'une image texturée. (a) Image originale (396x295 pixels) - (b) Orientation de la texture (estimée par filtre GOP) définie modulo π – Le résultat de la segmentation de l'image d'orientation est superposé sur l'image (b).

Ligne 2: Segmentation d'une image SAR d'une nappe de pétrole (c) fournie par l'ESA (662x702 pixels) – (d) Résultat de segmentation.

Temps de calculs (PC cadencé à 3.1 GHz):

- image b: 87 millisecondes
- image d: 227 millisecondes

Ces 2 résultats ont été obtenus en utilisant rigoureusement le même algorithme: seuls les contours initiaux (affichés sur a et c) diffèrent.

Contacts chercheurs : Nicolas BERTAUX nicolas.beraux@fresnel.fr – Frédéric GALLAND frederic.galland@fresnel.fr

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

PhyTI

- Ph. Réfrégier, A. Roueff, A. Arnaubec and P. Dubois-Fernandez, *Invariant Contrast Parameters of PolInSAR and Homogenous RVoG Model*, IEEE GRSL **11** (8), pp. 1414-1417, (2014).
- Ph. Réfrégier, V. Wasik, K. Vynck, and R. Carminati, *Analysis of coherence properties of partially polarized light in 3D and application to disordered media*, Opt. Lett. **39** (8), pp. 2362-2365, (2014).
- Ph. Réfrégier, A. Roueff, and V. Wasik, *Van Cittert–Zernike theorem and symmetry properties of the normalized cross-spectral density matrix*, Opt. Lett. **39** (21), pp. 6150-6153, (2014).
- Philippe Réfrégier, Antoine Roueff and Valentine Wasik, *Isotropic bicomponent partially polarized and partially coherent light*, Opt. Lett. **39** (4), pp. 1073-1076, (2014).
- A. Arnaubec, A. Roueff, P. Dubois-Fernandez and Ph. Réfrégier, *Vegetation Height Estimation Precision with Compact PolInSAR and homogeneous Random Volume over Ground Model*, IEEE TGRS **52** (3), pp. 1879-1891, (2014)
- S. Liu, F. Galland and N. Bertaux, *Fast nonparametric active contour adapted to quadratic inhomogeneous intensity fluctuations*, Patt. Rec. **47** (11), pp. 3681-3692, (2014).

Transfert d'énergie entre molécules exalté par nanophotonique

Les échanges d'énergie entre molécules sont favorisés lorsqu'elles sont placées dans un nanotrou qui confine la lumière

Le transfert d'énergie entre molécules est un phénomène essentiel pour la photosynthèse, la photovoltaïque et les biotechnologies. Nous apportons la première preuve expérimentale complète que les échanges d'énergie entre molécules peuvent être contrôlés et exaltés avec des dispositifs photoniques gravés à l'échelle nanométrique.

Pour cela, nous avons mesuré les propriétés de rayonnement de paires de molécules fluorescentes placées dans une nano-ouverture percée dans un film métallique. Le taux de transfert d'énergie obtenu est jusqu'à 6 fois plus important lorsque les molécules sont placées dans une nano-ouverture en or.

Ces résultats défrichent une nouvelle voie pour améliorer les processus de transfert d'énergie largement utilisés dans les sciences de la vie et les biotechnologies.

Travaux soutenus par le Conseil Européen de la Recherche ERC StG 278242.

Références bibliographiques :

P. Ghenuche, J. de Torres, S. B. Moparthi, V. Grigoriev, J. Wenger, "Nanophotonic enhancement of the Förster resonance energy transfer rate with single nanoapertures" *Nano Letters* **14**, 4707-4714 (2014).

J. de Torres, P. Ghenuche, S. B. Moparthi, V. Grigoriev, J. Wenger, "FRET enhancement in aluminum zero-mode waveguides" à paraître dans *ChemPhysChem*.

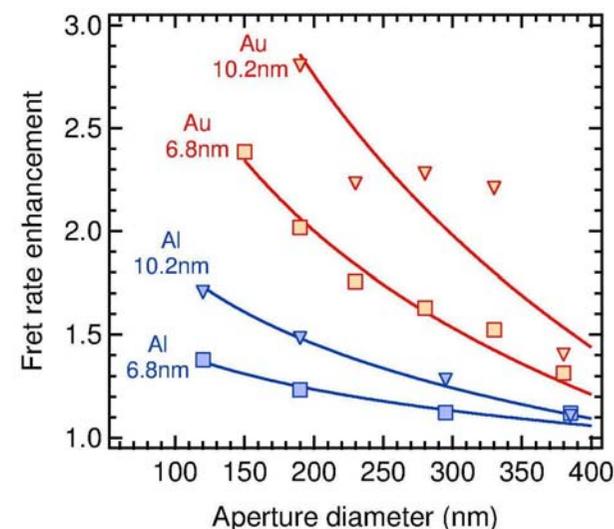


Figure : Nano-ouverture métallique pour exalter le taux de transfert d'énergie FRET entre deux molécules fluorescentes.

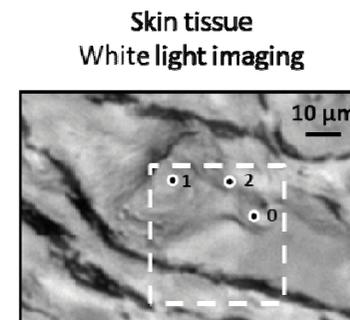
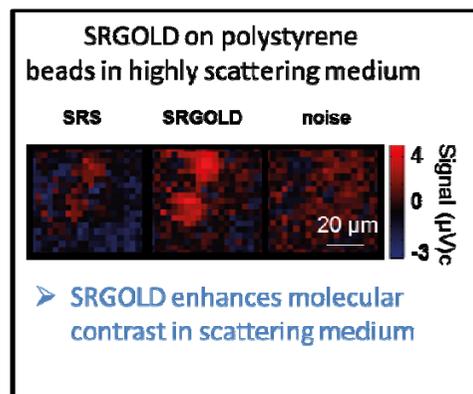
Voir des molécules sans les marquer

Une nouvelle technique d'imagerie basée sur l'effet Raman cohérent permet d'imager des molécules sans les marquer tout en s'affranchissant du bruit

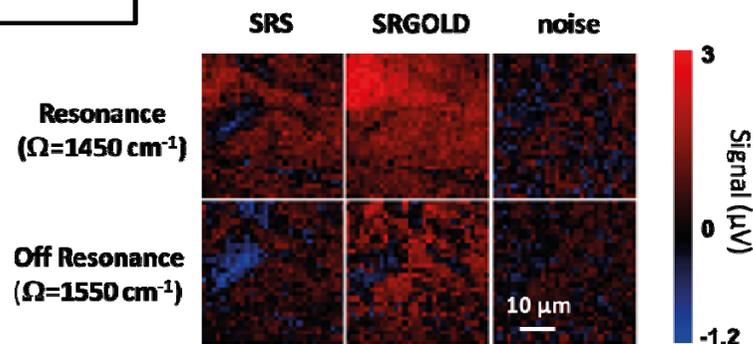
Les techniques Raman cohérent sont connues pour imager les molécules sans avoir besoin de les marquer (avec des fluorophores par exemple).

Cependant ces techniques sont associées à des bruits non résonant. Dans une mise en œuvre originale, des chercheurs de l'institut Fresnel ont pu s'affranchir complètement des bruits non résonant et gagner un facteur 2 dans le rapport signal sur bruit. Ces résultats sont importants pour de nombreuses applications en biologie et en pharmacologie.

Ces travaux ont été brevetés et licenciés à l'entreprise allemande APE GmbH.



➤ SRGOLD highlights true molecular signal for weak Raman bands



[1] P. Berto, E. R. Andresen, H. Rigneault, 'Background-free stimulated Raman scattering', Phys. Rev. Lett. **112**, 053905 (2014)

BREVET: Dispositif et méthode de détection Raman stimulée, Berto P, Andresen E, Rigneault H (26 Mars 2013) Brevet SATT Sud-Est – Numéro de dépôt 1300694 Demande Internationale en date du 02/10/2014 sous N° WO 2014/154708

Contact chercheur : Hervé Rigneault
herve.rigneault@fresnel.fr

Imager la température de cellules vivantes: Rêve ou réalité ?

Dans un article publié dans Nature Methods, deux chercheurs de l'institut Fresnel abordent le problème audacieux de la mesure de température à l'échelle de la cellule vivante individuelle et remettent en cause les conclusions de certaines recherches publiées sur le sujet.

En effet, certains groupes de recherche ont prétendu mesurer des variations de température spontanées de quelques degrés dans des cellules vivantes individuelles par diverses méthodes de thermométrie optique.

Par des considérations thermodynamiques, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont montré qu'il est impossible pour une cellule unique de générer suffisamment de puissance pour faire varier sa température interne d'une quantité mesurable. Ils remettent ainsi en cause les travaux récents d'une partie de la communauté travaillant sur la biologie thermique à l'échelle de la cellule individuelle.

Référence : *A critique of methods for temperature imaging in single cells*

G. Baffou, H. Rigneault, D. Marguet, L. Jullien

Nature Methods **11**, 899-901 (2014)

Contact chercheur : Guillaume Baffou, guillaume.baffou@fresnel.fr

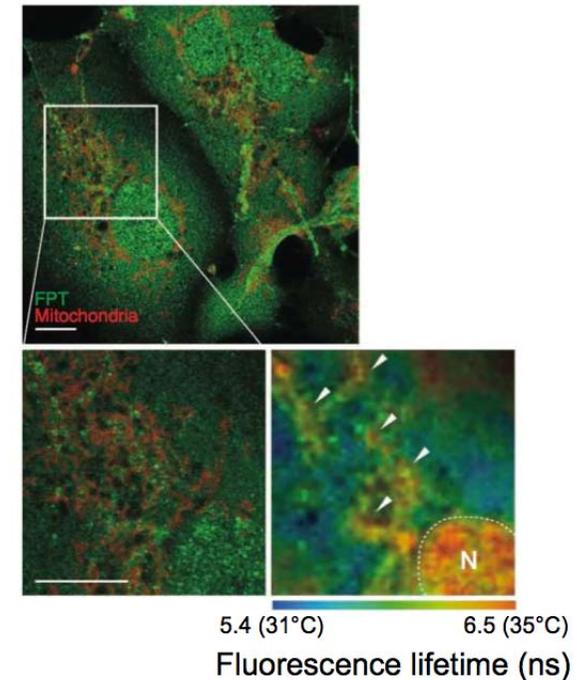


Figure 1 : Image de temps de vie de fluorescence censé reproduire le profil de température cellulaire. Un tel profil est impossible à générer par une cellule vivante isolée. Ces mesures optiques sont donc de toute évidence sensibles à d'autres effets que la température. Figure extraite de l'article: *Nature Commun.* 3, 705 (2012)

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

MOSAIC

- G. Baffou, H. Rigneault, D. Marguet, L. Jullien, 'A critique of methods for temperature imaging in single cells', *Nature Methods* **11**, 899–901 (2014)
- P. Berto, E. R. Andresen, H. Rigneault, 'Background free stimulated Raman spectroscopy and microscopy', *Phys. Rev. Lett* **112**, 053905 (2014)
- F.-Z. Bioud, P. Gasecka, P. Ferrand, H. Rigneault, J. Duboisset, and S. Brasselet, 'Structure of molecular packing probed by polarization-resolved nonlinear four-wave mixing and coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy', *Phys Rev A* **89**, 013836 (2014)
- P. Ghenuche, J. de Torres, S. B. Moparthi, V. Grigoriev, J. Wenger, Nanophotonic Enhancement of the Förster Resonance Energy-Transfer Rate with Single Nanoapertures, *Nano Lett* **14**, 4707-4714 (2014).
- D. Punj, P. Ghenuche, S. B. Moparthi, J. de Torres, V. Grigoriev, H. Rigneault, J. Wenger, Plasmonic antennas and zero-mode waveguides to enhance single molecule fluorescence detection and fluorescence correlation spectroscopy toward physiological concentrations, *WIREs Nanomed Nanobiotechnol* **6**, 268 (2014)
- P. Ghenuche, J. de Torres, P. Ferrand, J. Wenger, Multi-focus parallel detection of fluorescent molecules at picomolar concentration with photonic nanojets arrays, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 131102 (2014).
- G. Baffou, J. Polleux, H. Rigneault, S. Monneret, 'Super heating and micro-bubble generation around a plasmonic nanoparticles under cw illumination', *J. Phys. Chem. C* **118**, 4890-4898 (2014)

Protocole d'illumination pour la Tomographie PhotoAcoustique Quantitative

La tomographie photoacoustique est une technique d'imagerie multiondes basée sur la mesure de signaux acoustiques générés par l'absorption d'une illumination optique. Potentiellement, elle permet d'accéder de manière non invasive à la mesure, en volume, de contrastes optiques de tissus biologiques, avec une résolution meilleure que les techniques 'tout optiques', telles que la tomographie optique diffuse, du fait de la mesure acoustique.

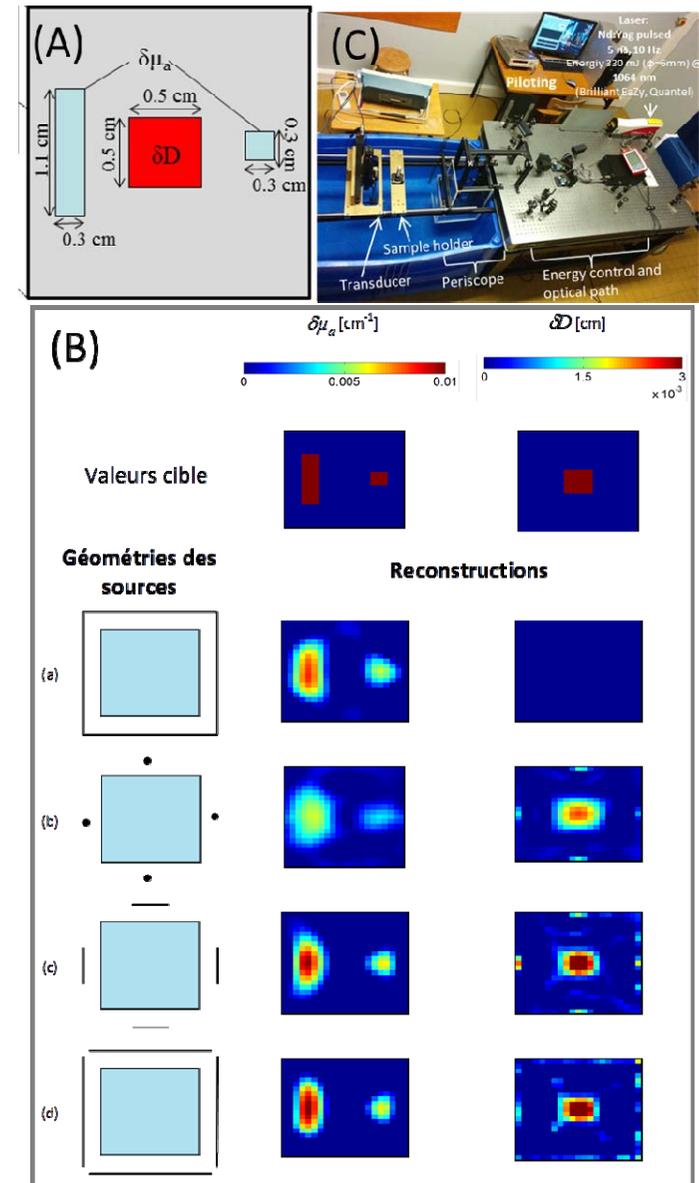
Les signaux acoustiques mesurés sont riches d'information sur les propriétés optiques d'absorption et de diffusion, mais également sur les propriétés acoustiques. Accéder à une évaluation quantitative de l'un ou plusieurs de ces paramètres suppose la définition d'un protocole de mesure permettant d'effectuer des mesures discriminantes.

Grâce à un code de reconstruction incluant une modélisation fine du phénomène multiphysique photoacoustique, des chercheurs de l'Institut Fresnel ont montré qu'un sondage actif, réalisé *via* un nombre limité de sources d'illumination étendues, placées à de multiples positions de la surface du tissu, permettait de reconstruire quantitativement, de manière découplée, les paramètres d'absorption et de diffusion, indicateurs intrinsèques essentiels du métabolisme des tissus biologiques.

Figure ci-contre : (A) Géométrie de l'objet 2D simulé. Il s'agit d'un carré de 2cm de côté, de propriétés optiques comparables à celles des tissus biologiques dans le rouge. Sont placés à l'intérieur trois objets de contrastes optiques différents, correspondant à une perturbation de 10% par rapport au milieu environnant: deux absorbeurs (en bleu) de contraste d'absorption $\delta\mu_a = 0,01 \text{ cm}^{-1}$, et un diffuseur de constante de diffusion $\delta D = 3 \times 10^{-3} \text{ cm}$. (B) Reconstructions obtenues sous plusieurs configurations d'illumination: (a) 1 source homogène couvrant toute la surface de l'objet; (b) 4 sources ponctuelles; (c) 4 sources linéaires; (d) 4 sources linéaires pour un sondage total de la surface de l'objet. (C) Dispositif instrumental développé au laboratoire pour la réalisation de mesures photoacoustiques.

Référence bibliographique : Song, N., Deumié, C., Da Silva, A., 2014. Considering Sources and Detectors Distributions for Quantitative PhotoAcoustic Tomography (QPAT). Biomed. Opt. Express 5, 3960–3974.

Contacts chercheurs : Anabela DA SILVA anabela.dasilva@fresnel.fr



PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

DiMABio

- N. Song, C. Deumié, and A. Da Silva, "Considering Sources and Detectors Distributions for Quantitative PhotoAcoustic Tomography (QPAT)," *Biomed. Opt. Express* **5**, 3960–3974 (2014).
- A. Da Silva and S. Mensah, "Procédé et dispositif de localisation d'au moins une cible dans un milieu électromagnétiquement absorbant," U.S. patent FR 3005254 -A1 (November 2014).
- Y. Wyart, R. Tamime, L. Siozade, I. Baudin, K. Glucina, C. Deumié, P. Moulin, Morphological analysis of flat and hollow fiber membranes by optical and microscopic methods as a function of the fouling, *Journal of Membrane Science*, **472**, 241-250, (2014).
- N. Wu, Y. Wyart, L. Siozade, G. Georges, P. Moulin, Characterization of ultrafiltration membranes fouled by quantum dots by confocal laser scanning microscopy, *Journal of Membrane Science*, **470**, 40-51, (2014).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

HIPE

- K.R. Aida-zade, A.B Rahimov "An approach to numerical solution of some inverse problems for parabolic equations", Inverse Problems in Science and Engineering, **22** (1):96-111, 2014
- G. Boudarham, R. Abdeddaim, N. Bonod "Enhancing the magnetic field intensity with a dielectric gap antenna", Applied Physics Letters, 104:021117, 2014
- E. Georget, R. Abdeddaim, P. Sabouroux "A new method to design a multi-band flexible textile antenna", IEEE Antennas and Propagation Magazine, **56**(3):240-248, 2014
- S. Nounouh, C. Eyraud, H. Tortel, A. Litman "Modeling of the antenna effects and calibration for subsurface probing" Microwave and Optical Technology Letters, 56(11):2516–2522, 2014
- R. Vaillon, J.-M. Geffrin, "Recent advances in microwave analog to light scattering experiments", Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 146:100-105, 2014
- M. R. Short, J.-M. Geffrin, R. Vaillon, H. Tortel, B. Lacroix, M. Francoeur, "Evanescent wave scattering by particles on a surface : Validation of the discrete dipole approximation with surface interaction against microwave analog experiments", Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, 146:452-458, 2014
- Georget E., Abdeddaim R., Sabouroux P. "A quasi-universal method to measure the electromagnetic characteristics of usual materials in the microwave range" Comptes Rendus Physique, **15**(5):448-457, 2014.
- Georget E., Abdeddaim R., Sabouroux P. "Analytical, Simulation and Measurement Studies of a Dual-Band Open-Sleeve Curved Meander Line Antenna on a Flexible Substrate", Progress In Electromagnetics Research, 145:49-57, 2014.

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

ILM

- Frank R. Wagner, Guillaume Duchateau, Jean-Yves Natoli, Hassan Akhouayri, and Mireille Commandré, Catastrophic nanosecond laser induced damage in the bulk of potassium titanyl phosphate crystals, *J. Appl. Phys.* **115**, 243102 (2014)
- Siaulys N., Gallais L., Melninkaitis A., 'Direct holographic imaging of ultrafast laser damage process in thin films', *Optics Letters*, **39** 2164 (2014)
- Gallais L., Cheng X., Wang Z., 'Influence of nodular defects on the laser damage resistance of optical coatings in the femtosecond regime', *Optics Letters*, **39** 1545 (2014)
- Gallais L., Commandre M., 'Laser-induced damage thresholds of bulk and coating optical materials at 1030 nm, 500 fs', *Applied Optics*, **53** A186 (2014)
- Fu X., Commandre M., Gallais L., Mende M., Ehlers H., Ristau D., 'Laser-induced damage in composites of scandium, hafnium, aluminum oxides with silicon oxide in the infrared', *Applied Optics*, **53** A392 (2014)
- Diaz, R., Chambonneau, M., Courchinoux, R., Grua, P., Luce, J., Rullier, J.-L., Natoli J.-Y., Lamaignère, L., "Influence of longitudinal mode beating on laser induced damage in fused silica", *Opt. Lett* **39**, (2014).
- Chambonneau, M., Diaz, R., Grua, P., Rullier, J.-L., Duchateau, G., Natoli, J.-Y., Lamaignère, L., "Origin of the damage ring pattern in fused silica induced by multiple longitudinal modes laser pulses", *Appl. Phys. Lett*, **104**, (2014).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

SEMOX

- P. C. Chaumet and A. Rahmani, Optical tweezers : Dressed for success Nature Nanotechnology **9**, 252 (2014)
- T. Zhang, P. C. Chaumet, A. Sentenac and K. Belkebir, Reconstruction of three-dimensional targets using frequency-diversity data AIP Advances **4**, (2014)
- J.-P Cuif, M. Burghammer, V. Chamard, Y. Dauphin, P. Godard, G. Le Moullac, G. Nehrke and A. Perez-Huerta, Evidence of a Biological Control over Origin, Growth and End of the Calcite Prisms in the Shells of Pinctada margaritifera (Pelecypod, Pterioidea), Minerals **4**, 815 (2014)
- D. Grojo, N. Sandeau, L. Boarino, C. Constantinescu, N. De Leo, M. Laus and K. Sparnacci, Bessel-like photonic nanojets from core-shell sub-wavelength spheres, Opt. Lett. **39**, 3989 (2014)
- D. Miret, G. Soriano and M. Saillard, Rigorous simulations of microwave scattering from finite conductivity two-dimensional sea surfaces at low-grazing angles, IEEE Trans. Geoscience Remote Sensing **52**, 3150 (2014)
- J. Dupont, X. Orlik, A. Ghabbach, M. Zerrad, G. Soriano and C. Amra, Polarization analysis of speckle field below its transverse correlation width : application to surface and bulk scattering, Optics Express **22**, 24133 (2014)
- L. Bellomo, S. Pioch, M. Saillard and K. Belkebir, An improved antenna calibration methodology for microwave diffraction tomography in limited-aspect configuration, IEEE Antenas and propagation **62**, 2450 (2014)
- D. Miret, G. Soriano, F. Nouguier, P. Forget, M. Saillard and C-A. Guérin, Sea surface microwave scattering at extreme grazing angle : numerical investigation of the Doppler shift , IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens. **52**, 7120 (2014)



DEPOT DE BREVETS

- Detection of analytes using nanoparticles as light scattering enhancers, Brevet CNRS EP14306480.6 (25/09/2014) J. Wenger, H. Rigneault
- Dispositif de transport et de contrôle d'impulsions lumineuses pour l'imagerie endo-microscopique sans lentille – H. Rigneault, Esben Ravn Andresen – numéro de dépôt France N°1462809 en date du 18/12/2014
- Dispositif d'imagerie en champ proche et lointain dans le domaine des micro-ondes, Brevet FR 3003950 / WO 2014154888 (A1), M. Francoeur, J.-M. Geffrin, B. Lacroix, R. Vaillon

ORGANISATION D'ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES

4 ATELIERS THEMATIQUES FRESNEL

- Information et communication: Traitement du signal et des images, problèmes inverses, physique des images : **27 et 28 mars**
- Sonder, du minéral au vivant: Imagerie et diagnostic optique et micro-ondes : **17 et 18 avril 2014**
- Ondes en milieux complexes: Fondamentaux: théories, modèles et expériences : **22 et 23 mai 2014**
- Contrôler les ondes, structuration de la matière: Composants, des télécommunications au sismique : **19 et 20 juin 2014**

16 séminaires

C. Soussen, F. Lavoué, B. Kuhlmeier, CF Kaminski, M. Juan, A.V. Rode, A. Passian, V. Markel, M.A. Alonso, J-X Cheng, N. Joly, S. Schröder, P. Belov, K. Sakoda, C. Genet, J. Glückstad

2 Cafés Scientifiques

Autres Manifestations internes

2 et 3 juin 2014 - **Journées des Doctorants**, Carry-le-Rouet

16 avril 2014 – **Inauguration du LABTOP** (Cilas-Fresnel)

ORGANISATION D'ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES

Workshops & Journées de conférence

- 19/02/2014– **Workshop** à l'Institut Fresnel
- **EPOS 3**, 25 novembre 2014 à l'Institut Fresnel
- **Optique Electromagnétique “les nano-objets au Coeur de la lumière”**, 2 décembre 2014 à Paris (CNRS)

Ecole Thématique & Journées de formation

- **MIFOBio** - Microscopie Fonctionnelle en Biologie– du 3 au 10 octobre 2014 – DR12-DR18 CNRS / Ministère / entreprises privées - Seignosses – Resp. S. Monneret
- **1st MicroCOR winter school on Chemical Imaging by Coherent Raman and nonlinear microscopy**. Ecole de Physique des Houches – du 23 au 28 Février 2014 – Resp. H. Rigneault
- **Microscopie Vibrationnelle**, Juin 2014 - Formation CNRS - Resp. S. Brasselet
- **Optique pour la Biologie**, Mai 2014 – Formation CNRS / INSERM – Resp. S. Monneret (Institut Fresnel / ECM)

Conférences internationale

OWTNM les 27 et 28 juin 2014, Campus Saint Jean d'Angély, Nice

LIP 2014 avec **IUSTI** du 25 au 29 aout 2014, Campus Marseille Saint Charles (AMU)

Autres

Participation à des événements récurrents : **Journées Recherche ECM** (Marseille), **Forum de l'Optique** (Palaiseau), Fête de la Science, Journée **PME**, 7ème Journées Scientifiques **C'Nano PACA** (23-25 Juin, Porquerolles)...