

# Institut Fresnel

## UMR 7249

# Faits Marquants 2012

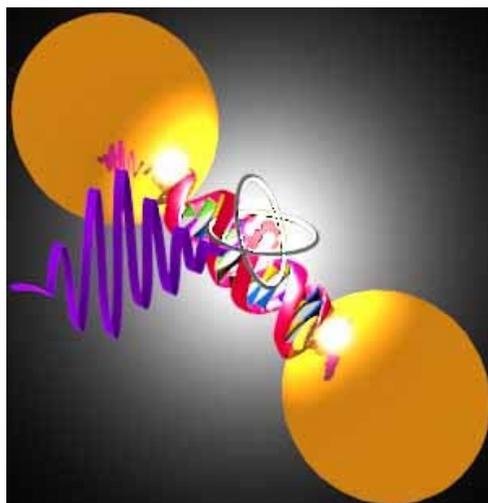
## Des nano-antennes bio-inspirées pour la lumière

La longueur d'onde électromagnétique dans le domaine des fréquences visibles par l'œil humain étant un million de fois plus petite que dans le domaine des radiofréquences, l'application du concept d'antennes électromagnétiques en optique soulève des difficultés car elle nécessite le couplage d'une source de champ électromagnétique d'une taille proche du nanomètre (un milliardième de mètre) à une antenne de quelques dizaines de nanomètres. La réalisation d'une antenne optique dipolaire serait possible en remplaçant la source de champ électromagnétique alimentée par un circuit électrique en radio-fréquences par un émetteur quantique unique de photons visibles entouré de deux particules d'or mille fois plus petites qu'un cheveu humain.

Dans un article publié dans la revue Nature Communications, des équipes de l'Institut Langevin à Paris et de l'Institut Fresnel à Marseille décrivent la fabrication de telles nano-antennes à partir de courts brins d'ADN synthétiques (10 à 15 nm de long) auxquels sont greffés des particules d'or (36 nm de diamètre) et un colorant organique fluorescent (voir figure). La molécule fluorescente agit comme une source quantique qui alimente l'antenne en photons. Les nanoparticules d'or sont des éléments parasites qui se polarisent sous l'effet du rayonnement électromagnétique et amplifient l'interaction entre l'émetteur quantique et la lumière.

Cette méthode d'auto-assemblage bio-inspiré permet de contrôler la position entre la source et les éléments parasites de l'antenne à l'échelle du nanomètre tout en produisant plusieurs milliards de copies en parallèle. Ces caractéristiques dépassent donc largement les possibilités offertes par les techniques classiques de lithographie utilisées dans la conception des microprocesseurs.

En pratique, ces antennes optiques permettent d'accélérer de deux ordres de grandeur l'émission spontanée de la molécule fluorescente tout en restant des sources de photons uniques. Des calculs théoriques, basés sur un traitement purement électromagnétique du système, sont en accord quantitatif avec les mesures de fluorescence effectuées sur des antennes uniques.



Les limites actuelles de cette technologie résident dans des pertes importantes sous forme de chaleur qui limitent le rendement des antennes. De plus, les dimères de particules que nous avons conçus correspondent à des antennes élémentaires: l'équivalent d'une antenne TV d'intérieur miniaturisée par un facteur 107. Ces travaux sont donc un point de départ essentiel au développement d'antennes pour la lumière, qui permettront de concevoir des diodes lumineuses plus efficaces, des détecteurs plus rapides mais aussi, des cellules solaires plus compactes.

Figure : Représentation schématique d'une nano-antenne formée de deux nanoparticules d'or liées par un double-brin d'ADN et alimentée par un émetteur quantique unique.

*Recherches financées par le projet ANR TWINS réunissant les instituts Fresnel (Marseille), Langevin (Paris) et Charles Delaunay (Troyes).*

**Figure :** Représentation schématique d'une nano-antenne formée de deux nanoparticules d'or liées par un double-brin d'ADN et alimentée par un émetteur quantique unique.

**Références :** M. P. Busson, B. Rolly, B. Stout, N. Bonod, S. Bidault, "Accelerated single photon emission from dye molecule driven nanoantennas assembled on DNA", **Nature Communication**, 17/07/2012

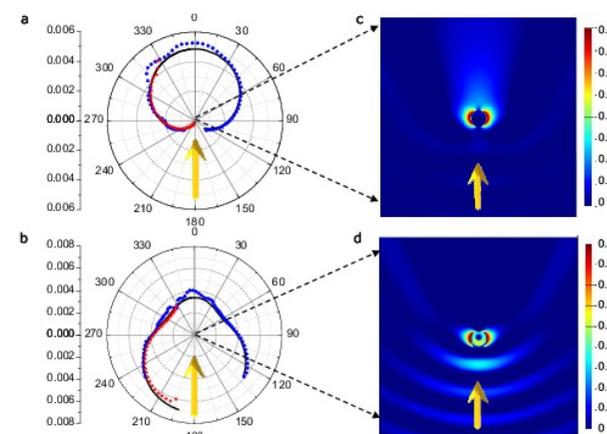
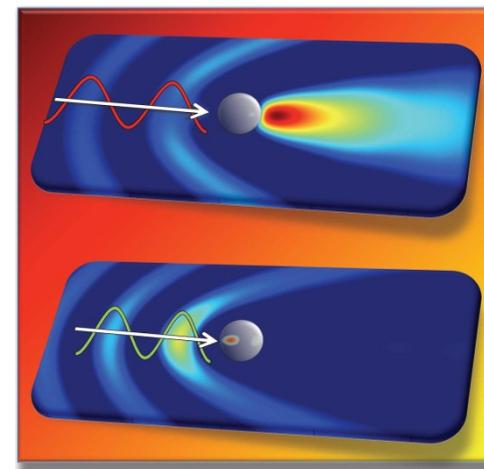
**Contact :** [nicolas.bonod@fresnel.fr](mailto:nicolas.bonod@fresnel.fr) - Equipe de recherche CLARTE, Institut Fresnel

**Lien vers l'article en téléchargement gratuit :** <http://www.nature.com/ncomms/journal/v3/n7/full/ncomms1964.html>

## Mise en évidence expérimentale de la diffusion électromagnétique avant ou arrière d'une sphère diélectrique sub-longueur d'onde

Il y a quelques décennies, il a été prévu théoriquement que des petites sphères magnéto-diélectriques présentent des caractéristiques inhabituelles de diffusion électromagnétique. Toutefois, mesurer un tel comportement est demeuré jusqu'à présent insaisissable, en raison du caractère non magnétique des matériaux optiques naturels ou de la difficulté d'obtenir des matériaux fortement magnétiques mais à faibles pertes dans le régime des gigahertz. Dans cet article, les chercheurs prouvent expérimentalement et de manière non-ambigüe qu'une seule sphère sub-longueur d'onde, diélectrique et à faibles pertes, d'indice de réfraction modéré ( $n = 4$  comme pour certains semi-conducteurs en proche infrarouge) rayonne des champs identiques à ceux qu'émettraient des dipôles électriques et magnétiques d'égale amplitude. Ces champs sont de plus similaires à ceux rayonnés par des sphères magnéto-diélectriques idéales. Les diagrammes de rayonnement de diffusion mesurés et le degré de polarisation linéaire (dans la gamme 9-3 GHz/33-100 mm) montrent que, en réglant correctement le ratio taille/longueur d'onde, la puissance rayonnée apparente peut être dirigée vers l'avant (source de « Huygens ») ou principalement vers l'arrière (réflecteur de « Huygens »). Ces conditions de diffusion -dites de Kerker- dépendent uniquement du ratio taille/longueur d'onde. Ces travaux ouvrent la voie à de nouveaux défis technologiques en nano et micro-photonique, pour la conception d'antennes, de métamatériaux et de dispositifs électromagnétiques innovants.

**Images :** Mise en évidence de la diffraction avant/arrière obtenue numériquement (en haut et en bas à droite) et expérimentalement (en bas à gauche)



**Contact :** [jean-michel.geffrin@fresnel.fr](mailto:jean-michel.geffrin@fresnel.fr) - Equipe de recherche HIPE, Institut Fresnel

**Références :** "Magnetic and electric coherence in forward- and back-scattered electromagnetic waves by a single dielectric subwavelength sphere", J.M. Geffrin, B. García-Cámara, R. Gómez-Medina, P. Albella, L.S. Froufe-Pérez, C. Eyraud, A. Litman, R. Vaillon, F. González, M. Nieto-Vesperinas, J.J. Sáenz, F. Moreno, [Nature Communications \(2012\) 3: 1171](#)

**Lien vers l'article à télécharger :** <http://www.nature.com/ncomms/journal/v3/n10/full/ncomms2167.html>

## Voir l'amplitude et la phase des vibrations moléculaires

Des chercheurs de l'Institut Fresnel à Marseille ont mis au point une technique optique qui permet de voir à la fois la signature en amplitude et en phase des liaisons chimiques constituant la matière. En développant une nouvelle méthodologie mettant en œuvre une analyse de front d'onde dans le contraste de Raman stimulé, ils ont réussi à révéler la signature en amplitude et en phase des liaisons chimiques dans des échantillons modèles. Ces découvertes ouvrent d'importantes perspectives dans l'imagerie optique moléculaire, les signatures en amplitude et en phase étant une véritable empreinte des vibrations moléculaires ainsi que de leurs interactions. En particulier ces outils optiques pourraient à terme révéler la conformation des protéines dans les cellules et les tissus.

Dans un article publié par la revue américaine Physical Review Letters le 31 Août 2012, ils décrivent comment la signature dans la phase du champ optique qui a interagit avec une vibration moléculaire peut être détectée à l'aide d'un analyseur de front d'onde. Il est ainsi possible de construire un microscope donnant des images de la phase vibrationnelle, c'est-à-dire la phase imprimée dans les champs optiques qui ont interagi avec un mode vibrationnel spécifique de la molécule visée.

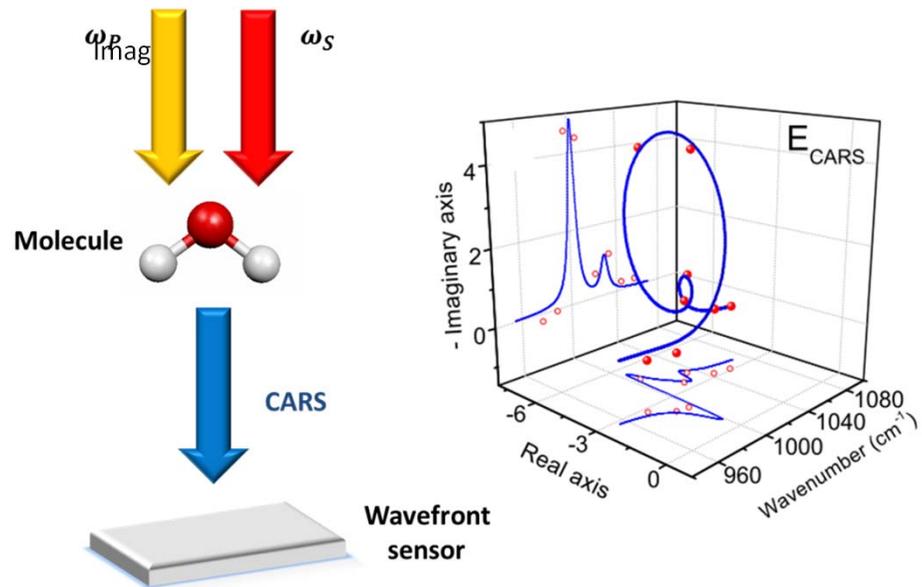
Ces avancées techniques et méthodologiques ouvrent la voie vers une nouvelle microscopie optique permettant d'avoir accès à une spécificité chimique accrue mais également une sensibilité à l'environnement moléculaire. Mise en œuvre dans le domaine des sciences du vivant, cette nouvelle modalité permettrait d'imager la présence et la conformation de lipides et protéines évoluant dans les cellules et les tissus.

### 'CARS': Coherent anti-Stokes Raman Scattering

**Contact :** Serge Monneret et Hervé Rigneault – équipe MOSAIC  
[serge.monneret@fresnel.fr](mailto:serge.monneret@fresnel.fr), [herve.rigneault@fresnel.fr](mailto:herve.rigneault@fresnel.fr)

**Références :** P. Berto, D. Gachet, P. Bon, S. Monneret and H. Rigneault, 'Wide-Field Vibrational Phase Imaging', *Phys. Rev. Lett* **109**, 093902 (2012)

**Figure :** Deux faisceaux excitateurs activent le contraste Raman stimulé CARS sur une cible moléculaire, on détecte alors l'amplitude et la phase du signal CARS sur un analyseur de front d'onde que l'on représente dans le plan complexe. Cette boucle est la signature spectroscopique de la vibration moléculaire excitée.



## Améliorer la résolution des microscopes en éclairant à l'aveuglette

Dans un microscope classique, l'échantillon est généralement éclairé de manière homogène et les détails les plus fins que l'on peut visualiser sont de l'ordre de 300 nm. Des chercheurs de l'Institut Fresnel ont montré qu'en éclairant l'échantillon de manière hétérogène et aléatoire, il est possible d'améliorer la résolution du microscope d'un facteur deux.

Cette approche consiste à enregistrer plusieurs images d'un même échantillon en l'éclairant avec des motifs lumineux aléatoires (appelés speckle) obtenus en bougeant un morceau de plastique rugueux sur le trajet d'un faisceau laser. Un algorithme d'inversion est ensuite utilisé pour reconstruire l'échantillon à partir des différentes images.

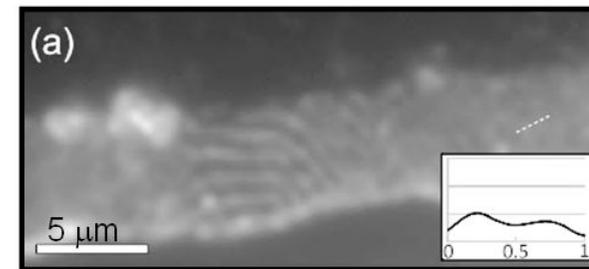
Outre l'amélioration de la résolution, l'intérêt de cette approche par rapport aux autres techniques de microscopie (comme la microscopie confocale ou la microscopie à éclairage structuré ...) est qu'il n'est pas besoin de contrôler l'éclairage. Cela permet de simplifier grandement la mise en œuvre expérimentale.

**Références :** *Structured illumination microscopy using unknown speckle patterns*, E. Mudry, K. Belkebir, J. Girard, J. Savatier, E. Le Moal, C. Nicoletti, M. Allain and A. Sentenac, **Nature Photonics** **6**, 312 (2012).

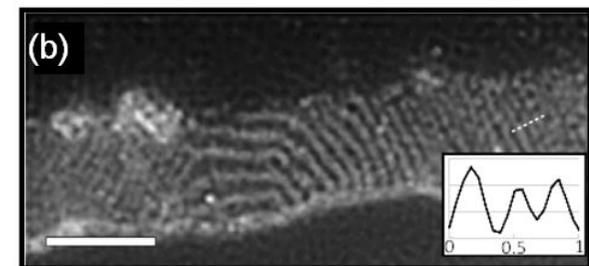
**Contact :** [anne.sentenac@fresnel.fr](mailto:anne.sentenac@fresnel.fr) et [emeric.mudry@fresnel.fr](mailto:emeric.mudry@fresnel.fr)

**Pour plus d'informations :** <http://www.fresnel.fr/> - Equipe de recherche SEMO

**Figure :**



Wide-field standard Microscopy



Speckle Structured Illumination Microscopy

# Opacification de la Cornée: une explication par l'électromagnétisme

Grâce à une organisation régulière de fibrilles et une non vascularisation, la cornée possède des propriétés de transparence uniques dans le corps humain. Toutefois dans le cas d'une blessure ou d'une pathologie cornéenne, le développement d'un œdème implique un épaissement du tissu, une détérioration de l'organisation et une perte progressive de la transparence qui peut conduire à une greffe. Des chercheurs de l'Institut Fresnel ont identifié diverses morphologies apparaissant à l'échelle micronique dans ces tissus pour différents états d'œdèmes et modélisé leur influence sur la perte de la transparence cornéenne.

Cette approche consiste à lier, par la modélisation, deux techniques expérimentales : la Tomographie de Cohérence Optique (OCT) et la Scatterométrie. Tandis que l'imagerie tridimensionnelle permet d'analyser à l'échelle du micron l'évolution de la structure cornéenne avec l'œdème (figure a), la scatterométrie permet de quantifier cet état d'œdème en termes de pertes optiques via une mesure angulaire ou intégrée du niveau de diffusion. Alors que ces expériences montrent une corrélation entre l'épaissement du tissu et sa transparence, le développement d'un modèle électromagnétique approché dans le cas des volumes 3D faiblement hétérogènes le démontre. A partir de l'extraction de la morphologie de volume mesurée par OCT, ce modèle permet en effet de calculer le niveau de diffusion théorique et de montrer que la dilatation du tissu sous l'effet de l'œdème explique la perte de transparence (figure b).

Ces études, corrélées avec des mesures de transparence, sont réalisées dans l'espace réfléchi afin d'être transférées pour du diagnostic in vivo

## Références :

Casadessus O., Georges G., Siozade Lamoine L., Deumié C. and Hoffart L., "Light scattering from edematous human corneal grafts' microstructure: experimental study and electromagnetic modelization" Biomed. Opt. Express 3, 1793-1810 (2012)

## Contact :

[carole.deumie@fresnel.fr](mailto:carole.deumie@fresnel.fr) - [gaelle.georges@fresnel.fr](mailto:gaelle.georges@fresnel.fr) - [laure.siozade@fresnel.fr](mailto:laure.siozade@fresnel.fr)

Pour plus d'informations : <http://www.fresnel.fr/> - Equipe de recherche DiMABio

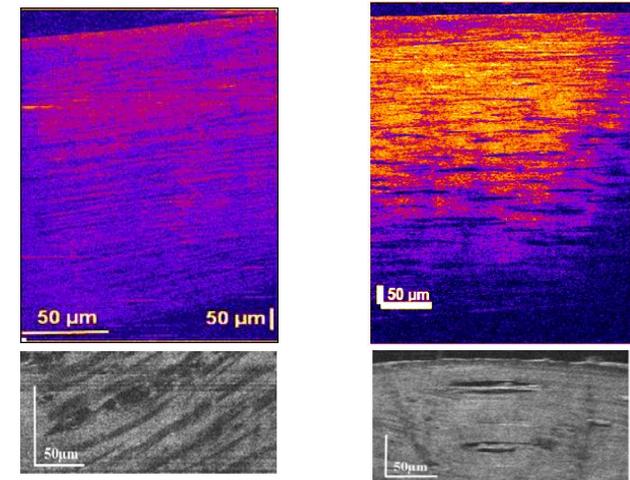


Figure a : images OCT des lacs et inhomogénéités observées dans des greffons

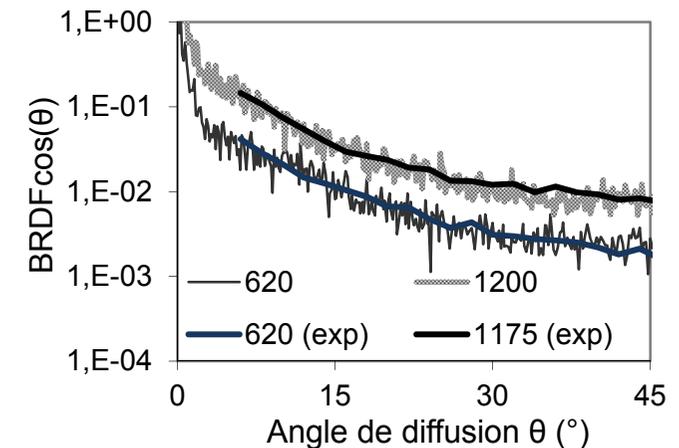


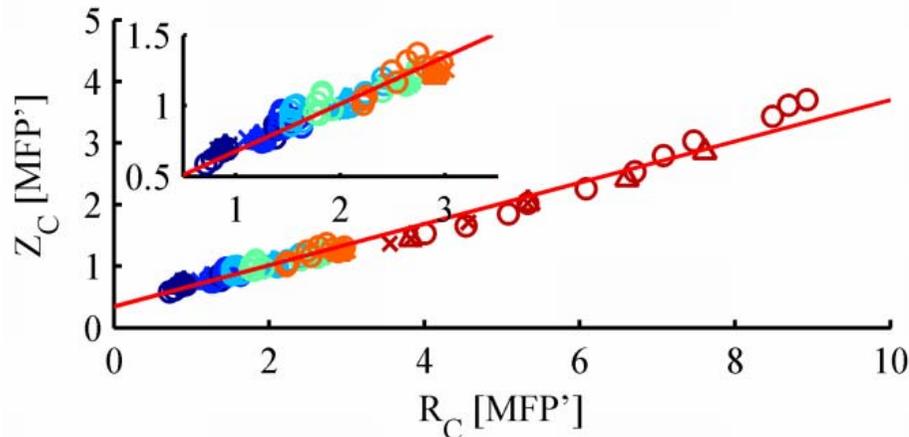
Figure b : Mesure angulaire de diffusion angulaire et simulation électromagnétique d'une augmentation d'épaisseur par dilatation

# Sonder les tissus biologiques en profondeur : utilisation de la polarisation elliptique

L'imagerie optique est un outil précieux pour l'exploration fonctionnelle, non invasive, des tissus biologiques. Basée sur une illumination en champ large du tissu et une détection macroscopique du signal réfléchi par la surface à l'aide d'une simple caméra CCD, cette technique est largement utilisée en neurosciences (imagerie du cortex exposé en réponse à des stimuli), en ophtalmologie (imagerie de la rétine) ou en oncologie (détection et suivi longitudinal de cancers de la peau, col de l'utérus...) car elle permet une visualisation directe des variations locales de propriétés optiques, en particulier le coefficient d'absorption. Cependant, du fait de la forte diffusion des tissus biologiques, les images ainsi collectées sont des projections bidimensionnelles de signaux provenant à la fois de la surface et du volume examiné : toute information sur la localisation de la source produisant les variations du signal est ainsi perdue.

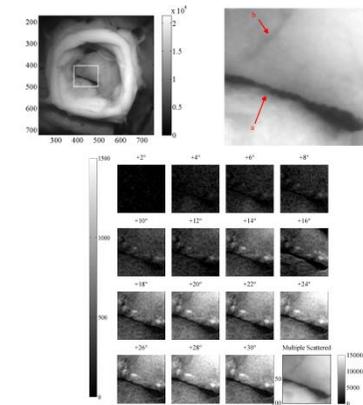
Les chercheurs de l'Institut Fresnel proposent une technique de filtrage polarimétrique permettant de remonter à l'information sur la profondeur de tissu sondé selon l'ellipticité de la polarisation de l'illumination. Intuitivement, à travers un milieu diffusant, la lumière polarisée va maintenir plus ou moins son état de polarisation initial selon le nombre d'événements de diffusion ou d'absorption. Grâce à une étude théorique réalisée sur une large gamme de propriétés optiques (Fig. 1), ces chercheurs montrent que plus l'ellipticité de la polarisation de la lumière est grande, plus le volume sondé est grand, avec une profondeur de pénétration directement contrôlable par un simple réglage des éléments optiques du système imageur. Cette technique a été testée in vivo pour l'examen du cortex d'un rat (Fig. 2).

Contact : [anabela.dasilva@fresnel.fr](mailto:anabela.dasilva@fresnel.fr) - Equipe de recherche DiMABio, Institut Fresnel



**Figure 1 :** Evolution de la profondeur de pénétration en fonction de la taille du signal rétrodiffusé et de l'ellipticité de polarisation repérée en couleur: du bleu foncé (linéaire) à l'orange (circulaire), lumière polarisée, en rouge, lumière dépolarisée.

**Références :** A. Da Silva, C. Deumié, and I. Vanzetta, "Elliptically polarized light for depth resolved optical imaging", *Biomedical Optics Express* **3**(11), 2907-2915, 2012.  
S. Rehn, A. Planat-Chrétien, M. Berger, J.-M. Dinten, C. Deumié, and A. Da Silva, "Depth Probing of Diffuse Tissues Controlled with Elliptically Polarized Light," *J. Biomedical Optics Letters* **18** (1), 12688, 2013.



**Figure 2 :** Examen fonctionnel du cortex d'un rat anesthésié. A gauche, dispositif expérimental; à droite, images en niveaux de gris réalisées en lumière non polarisée (a), zoom sur une zone d'intérêt (b) puis en lumière polarisée (c) : la polarisation varie du linéaire (en haut à gauche) au circulaire (avant dernière image en bas).

# Segmentation automatique de l'arbre vasculaire rétinien

Segmenter puis caractériser l'arbre vasculaire rétinien, permet de diagnostiquer, puis de faire le suivi de nombreuses rétinopathies.

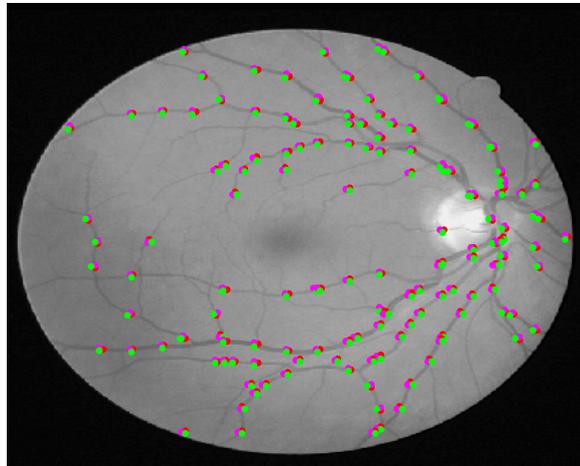
Nous avons développé une méthode entièrement automatisée de segmentation du réseau vasculaire rétinien, basée sur une approche itérative de tracking probabiliste local. Cette technique permet à la fois de localiser les vaisseaux et de mesurer leurs caractéristiques géométriques, offrant ainsi aux médecins un outil d'aide à la décision relativement performant.

Contact : [Salah.bourenane@fresnel.fr](mailto:Salah.bourenane@fresnel.fr) - Equipe GSM - Institut Fresnel, Ecole Centrale Marseille

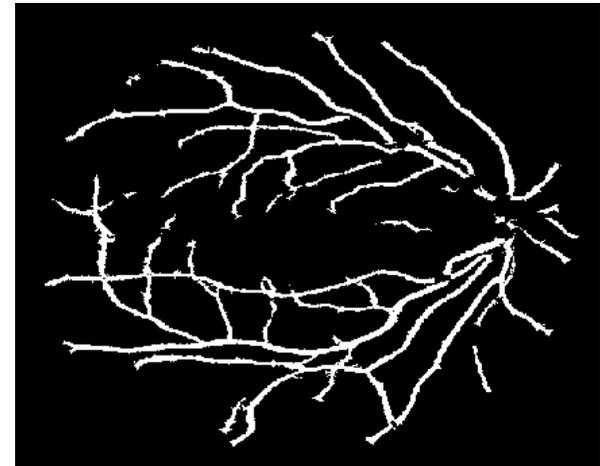
## Tracking statistique local



Image d'un fond d'œil



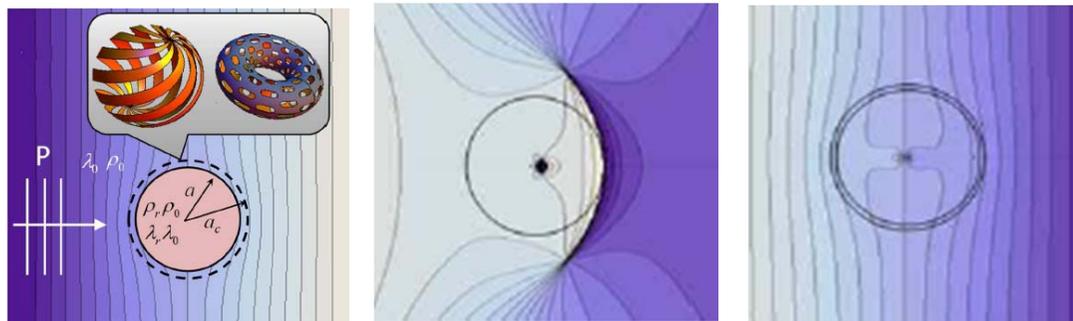
Initialisation de l'algorithme



Résultat de segmentation

# Soustraire une sphère aux sonars : une chape acoustique ultra-mince

Depuis l'avènement des métamatériaux acoustiques en l'an 2000, une course effrénée vers un contrôle accru de la trajectoire des ondes a conduit à la réalisation de la première chape de silence bidimensionnelle en 2011 par le groupe de Nicholas Fang au MIT. En collaboration avec le groupe d'Andrea Alu de l'Université d'Austin aux USA, et dans la lignée du cloaking par réaction proposé pour les ondes électromagnétiques par Andrea Alu et Nader Engheta en 2005, nous avons proposé cette année une chape de silence ultra-mince. Le dessin de la chape s'appuie sur un modèle homogénéisé qui est une équation aux dérivées partielles d'ordre 6 avec des coefficients anisotropes et dispersifs.



**Figure 1** : une onde de pression émise par un sonar qui est incidente sur un objet sphérique immergé (à gauche), détecte l'objet en raison des front d'onde déformés du champ réfléchi (au milieu), mais ne détecte plus cet objet quand il est habillé par la chape acoustique (à droite). La chape est une surface structurée ultra-mince (médaillon, à gauche).

**Références** : Frequency-selective surface acoustic invisibility for three-dimensional immersed objects, M. Farhat, P.Y. Chen, S. Guenneau, S. Enoch, A. Alu, Physical Review B 86, 174303 (2012).

**Contact** : [sebastien.guenneau@fresnel.fr](mailto:sebastien.guenneau@fresnel.fr) et [stefan.enoch@fresnel.fr](mailto:stefan.enoch@fresnel.fr)

**Pour plus d'informations** : <http://www.fresnel.fr/> - Equipe de recherche CONCEPT (projet ERC ANAMORPHISM)

# Des matériaux prometteurs pour améliorer la résistance au flux laser des optiques

Les lasers générant des impulsions femtosecondes ont connu un essor considérable en termes de puissance de sortie disponible et d'applications ces dernières années. Initialement utilisées dans le domaine de la recherche fondamentale, ces sources sont maintenant couramment employées dans le domaine industriel et médical. La montée en puissance de ce type de lasers entraîne cependant de très fortes contraintes sur les composants optiques : à titre d'exemple une impulsion de 1mJ, 10fs a une puissance crête de 1TeraWatt! L'interaction d'impulsions d'une telle puissance avec la matière peut entraîner un endommagement du composant optique par le biais de phénomènes physiques complexes faisant intervenir l'ionisation multiphotonique, l'avalanche électronique...

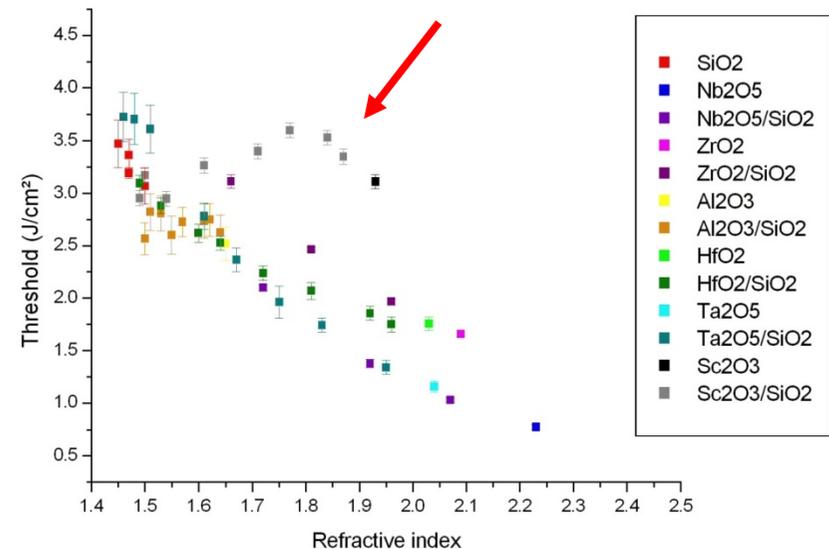
Dans ce contexte l'objectif des travaux menés à l'Institut Fresnel dans l'équipe 'Interaction Laser Matière' ont pour objectif d'améliorer la résistance des matériaux optiques en agissant sur les procédés de fabrication ou en identifiant de nouveaux matériaux et structures pour augmenter la résistance au flux laser des composants optiques. Les récents travaux réalisés en collaboration avec le Laser Zentrum Hannover ([www.lzh.de](http://www.lzh.de)) ont permis d'identifier des matériaux extrêmement prometteurs : les mixtures d'oxydes métalliques. Un mélange d'oxyde de Scandium avec de la silice dans des proportions adéquates permet en effet un gain de l'ordre de 50% par rapport à un matériau classiquement utilisé tel que l'Oxyde d'Hafnium (HfO<sub>2</sub>).

**Références :** *Femtosecond laser damage resistance of oxide and mixture oxide optical coatings*, B. Mangote, L. Gallais, M. Commandré, M. Mende, L. Jensen, H. Ehlers, M. Jupé, D. Ristau, A. Melninkaitis, J. Mirauskas, V. Sirutkaitis, S. Kičas, T. Tolenis, and R. Drazdys, **Optics Letters** **37**, 1478 (2012).

Contact : [laurent.gallais@fresnel.fr](mailto:laurent.gallais@fresnel.fr)

Pour plus d'informations : <http://www.fresnel.fr/> - Equipe de recherche ILM

**Figure :** Mesures de la tenue au flux laser de différents matériaux en couches minces (à 500fs, 1030nm) constitués d'oxydes simples et de mélanges binaires d'oxydes dans différentes proportions. Les mélanges d'oxydes de scandium / silice permettent d'obtenir une tenue au flux très élevée.



## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### GSM

- *Approximation to the Sum of Two Correlated Gamma-Gamma Variates and its Applications in Free-Space Optical Communications*, Guowei Yang, Mohammad-Ali Khalighi, Salah Bourennane, Zabih Ghassemlooy, in IEEE Wireless Communications Letters , 2012.
- *Monte-Carlo-Based Channel Characterization for Underwater Optical Communication Systems*, Chadi Gabriel, Mohammad-Ali Khalighi, Salah Bourennane, Pierre Léon, Vincent Rigaud, in IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking, 2012.
- *Nonwhite Noise Reduction in Hyperspectral Images*, Xuefeng Liu, Salah Bourennane, Caroline Fossati, IEEE Geoscience Remote Sensing Letters, **9** (3), pp. 368-372, 2012
- *Denoising of Hyperspectral Images Using the PARAFAC Model and Statistical Performance Analysis*- Xuefeng Liu, Salah Bourennane, Caroline Fossati, IEEE Transactions Geoscience and Remote Sensing, **Vol. 50**, Issue 10, pp. 3717-3724, (2012)
- *Robust Pairwise Kalman Filter using QR Decompositions*, Valérian Nêmesin, Stéphane Derrode, IEEE Transactions on Signal Processing, 2012
- *Texture analysis of multispectral prostate tissue using Generalized Grey Level Difference Method*, Riad Khelifi, Mouloud Adel, Salah Bourennane in International Journal of Signal and Imaging Systems Engineering, **Vol. 5**, Issue2, 78-84, 2012.
- *Retinal vessel segmentation using a probabilistic tracking method* , Yi Yin, Mouloud Adel, Salah Bourennane, Pattern Recognition, **Vol. 45**, Issue 4, pp.1235-1244, 2012
- *Multispectral texture characterization : Application to computer aided diagnosis on medical images*, Riad Khelifi, Mouloud Adel, Salah Bourennane, in EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, doi:10.1186/1687-6180-2012-118, 2012.
- *Subsampling-based HMC parameters estimation with application to large data sets classification*, S. Derrode, L. Benyoussef, W. Pieczynski, in Signal, Image and Video Processing Journal, doi:10.1007/s11760-012-0324-2, 2012
- *Segmentation d'images par modèle de mélange conjoint non gaussien*, S. Derrode and W. Pieczynski, in Traitement du Signal, **Vol. 29** (1-2), 2012. doi:10.3166/Traitement du signal.29.9-28
- *Strongly concave star-shaped contour characterization by algebra tools*, Haiping Jiang, Julien Marot, Caroline Fossati, Salah Bourennane, in Signal Processing , **Vol. 92**, Issue7, pp.1567-1579 (2012)

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### MOSAIC

- H. Rigneault, E. Andresen, *Fast and label free*, News and Views, Nat. Phot **6**, 802-803 (2012)
- E. Bermudez, M. Kreuzer, S. Itzhakov, H. Rigneault, R. Quidant, D. Oron and J. Wenger, *Excitation enhancement of a quantum dot coupled to a plasmonic antenna*, Adv. Mater. **24**, 314-320 (2012)
- M. P. Busson, B. Rolly, B. Stout, N. Bonod, J. Wenger, S. Bidault, *Photonic Engineering of Hybrid Metal-Organic Chromophores* Angew. Chem. Int. Ed. **Vol. 51**, pp.11083 (2012)
- P. Berto, D. Gachet, P. Bon, S. Monneret and H. Rigneault, *Wide-Field Vibrational Phase Imaging*, Phys. Rev. Lett **109**, 093902 (2012)
- P. Bon, S. Monneret, B. Wattellier, *Non-iterative boundary-artifact free wavefront reconstruction from its derivatives* Appl. Opt. **Vol. 51**, pp.5698 (2012)
- A. Gasecka, P. Tauc, A. Lewit-Bentley, S. Brasselet, *Investigation of Molecular and Protein Crystals by Three Photon Polarization Resolved Microscopy* Phys. Rev. Lett. **Vol. 108**, pp.263901 (2012)
- P. Bon, J. Savatier, M. Merlin, B. Wattellier, S. Monneret, *Optical detection and measurement of living cell morphometric features with single-shot quantitative phase microscopy*, J. Biomed. Opt. **Vol. 17**, pp.076004 (2012)
- G. Baffou, P. Bon, J. Savatier, J. Polleux, M. Zhu, M. Merlin, H. Rigneault, and S. Monneret, *Thermal Imaging of Nanostructures by Quantitative Optical Phase Analysis*, ACS Nano **6**, pp.2452-2458 (2012)
- J. Duboisset, D. Aït-Belkacem, M. Roche, H. Rigneault, and S. Brasselet, *Generic model of the molecular orientational distribution probed by polarization-resolved second-harmonic generation*, Phys. Rev. A **85**, 043829 (2012)

### HIPE

- *A large 3D target with small inner details : A difficult cocktail for imaging purposes without a priori knowledge on the scatterers geometry*, C. Eyraud, J.-M. Geffrin, A. Litman, Radio Science, **47**: RS0E23, 2012
- *Magnetic and electric coherence in forward- and back-scattered electromagnetic waves by a single dielectric subwavelength sphere*, J.M. Geffrin, B. García-Cámara, R. Gómez-Medina, P. Albella, L.S. Froufe-Pérez, C. Eyraud, A. Litman, R. Vaillon, F. González, M. Nieto-Vesperinas, J.J. Sáenz, F. Moreno, **Nature Communications (2012) 3: 1171**
- *An extended-DORT method and its application in a cavity configuration*, X.Y. Zhang, H. Tortel, A. Litman, J.-M. Geffrin, Inverse Problems (2012) **28** (11):115008

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### CLARTE

- *Low power plasmon-soliton in realistic nonlinear planar structures*, Walasik W., Nazabal V., Chauvet M., Kartashov Y., Renversez G., Optics Letters 37, **22** (2012) 00000 [hal-00738953 - version 1]
- *Photonic Engineering of Hybrid Metal-Organic Chromophores*, Busson M. P., Rolly B., Stout B., Bonod N., Wenger J., Bidault S., Angewandte Chemie International Edition 51, **44** (2012) 11083-11087 [hal-00747259 - version 1]
- *Boosting the directivity of optical antennas with magnetic and electric dipolar resonant particles*, Rolly B., Stout B., Bonod N. Optics Express 20, **18** (2012) 20376-20386 [hal-00732141 - version 1]
- *Accelerated single photon emission from dye molecule driven nanoantennas assembled on DNA*, Busson M. P., Rolly B., Stout B., Bonod N., Bidault S., **Nature Communications 3, 962 (2012) 1-6** [hal-00735695 - version 1]
- *Promoting Magnetic Dipolar Transition in Trivalent Lanthanide Ions with Lossless Mie Resonances*, Rolly B., Bebey B., Bidault S., Stout B., Bonod N. - Physical Review B **85** (2012) 245432 [hal-00709761 - version 1]
- *Imaging the Gouy phase shift in photonic jets with a wavefront sensor*, Bon P., Rolly B., Bonod N., Wenger J., Stout B., Monneret S., Rigneault H., Optics Letters **37** (2012) 3531-3533 [hal-00756956 - version 1]
- *Dispersion relations in metal nano-particle chains : Necessity of the multipole approach*, Rolly B., Bonod N., Stout B., Journal of the Optical Society of America B 19, **5** (2012) 1012-1019 [hal-00691258 - version 1]
- *Comparative study of total absorption of light by two-dimensional channel and hole array gratings*, Fehrembach A.-L., Popov E., Optics Express **20** (2012) 21702-21714 [hal-00738722 - version 1]

### DIMABIO

- A. Da Silva, C. Deumié, and I. Vanzetta, *Elliptically polarized light for depth resolved optical imaging*, Biomedical Optics Express **3** (11), 2907-2915, 2012.
- S. Rehn, A. Planat-Chrétien, M. Berger, J.-M. Dinten, C. Deumié, and A. da Silva, *Depth Probing of Diffuse Tissues Controlled with Elliptically Polarized Light* J. Biomedical Optics Letters **18** (1), 12688, 2013.

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### SEMO

- T. Zhang, P. C. Chaumet, E. Mudry, K. Belkebir and A. Sentenac - *Electromagnetic wave imaging of targets buried in a cluttered medium using an hybrid Inversion-DORT method* - Inverse problems **28**, 125008 (2012).
- J. Girard, G. Scherrer, A. Cattoni, E. Le Moal, A. Talneau, B. Cluzel, F. de Fornel, and A. Sentenac - *Far-Field Optical Control of a Movable Subdiffraction Light Grid* - Phys. Rev. Lett. **109**, 187404 (2012).
- V. Brissonneau, L. Escoubas, F. Flory, G. Berginc, G. Maire and H. Giovannini. - *Laser assisted fabrication of random rough surfaces for optoelectronics* - Appl. Surf. Science **258**, 9171 (2012).
- S. Arhab, H. Giovannini, K. Belkebir and G. Soriano - *Full polarization optical profilometry* - J. Opt. Soc. Am. A **29**, 1508 (2012).
- A. Cattoni, A. Talneau, A. M. Haghiri-Gosnet, J. Girard and A. Sentenac, *Extremely thin planarized grating for sub-diffraction (<100 nm) far-field optical imaging of living cell membranes* - Microelectronic Engineering **97**, 154 (2012).
- E. Mudry, K. Belkebir, J. Girard, J. Savatier, E. Le Moal, C. Nicoletti, M. Allain and A. Sentenac - *Structured illumination microscopy using unknown speckle patterns* - **Nature Photonics 6, 312 (2012)**.
- P. C. Chaumet, A. Rahmani, F. Zolla, and A. Nicolet - *Electromagnetic forces on a discrete spherical invisibility cloak under time-harmonic illumination* - Phys. Rev. E. **85**, 056602 (2012).
- E. Mudry, P. C. Chaumet, K. Belkebir, and A. Sentenac - *Electromagnetic wave imaging of three-dimensional targets using a hybrid iterative inversion method* - Inverse Problems **28**, 065007 (2012).
- Y. Ruan, P. Bon, E. Mudry, G. Maire, P. C. Chaumet, H. Giovannini, K. Belkebir, A. Talneau, B. Wattellier, S. Monneret and A. Sentenac *Tomographic diffractive microscopy with a wavefront sensor* - Opt. Lett. **37**, 1631 (2012).
- E. Le Moal, E. Mudry, P. C. Chaumet, P. Ferrand and A. Sentenac, *Two-photon fluorescence isotropic-single-objective microscopy* Opt. Lett. **37**, 85 (2012).

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### PHYTI

- *Precision increase with two orthogonal analyzers in polarization-resolved second-harmonic generation microscopy* - Philippe Réfrégier, Muriel Roche, Julien Duboisset, Sophie Brasselet in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 20 , (2012), pp. 4173-4175
- *Intensity correlations of partially polarized light: a field decomposition approach* - Philippe Réfrégier in JOSA A , **Vol. 29** , Issue 10 , (2012), pp. 2190-2196
- *Maximal polarization order of random optical beams: reversible and irreversible polarization variations* - Philippe Réfrégier, Tero Setälä, Ari T. Friberg in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 18 , (2012), pp. 3750-3752
- *Generic model of the molecular orientational distribution probed by polarization-resolved Second Harmonic Generation* - Julien Duboisset, Dora Ait-Belkacem, Muriel Roche, Hervé Rigneault, Sophie Brasselet in Physical Review A , **Vol. 85** , Issue 043829 , (2012)
- *Evolution of 3D degrees of polarization with random unitary transformations* - Philippe Réfrégier in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 3 (2012), pp. 428-430
- *Coherence and polarization properties in speckle of totally depolarized light scattered by totally depolarizing media* - Philippe Réfrégier, Myriam Zerrad, Claude Amra in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 11 , (2012), pp. 2055-2057
- *Structured illumination microscopy using unknown speckle patterns* - E. Mudry, K. Belkebir, J. Girard, J. Savatier, E. Le Moal, C. Nicoletti, M. Allain, A. Sentenac in **Nature Photonics** , **Vol. 6** , Issue 5 , (2012), pp. 312-315
- *Mapping molecular diffusion in the plasma membrane by multiple-target tracing (MTT)* - V. Rouger, N. Bertaux, T. Trombik, S. Mailfert, C. Billaudeau, D. Marguet, A. Serge in Journal of Visualized Experiments , (2012)
- *Computational polarization imaging from a single speckle image* - Julien Fade, Muriel Roche, Mehdi Alouini in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 3 , (2012), pp. 386-388
- *Unsupervised segmentation based on Von Mises circular distributions for orientation estimation in textured images* - Jean-Pierre Da Costa, Frédéric Galland, Antoine Roueff, Christian Germain in J. Electron. Imaging , **Vol. 21** , Issue 2 , (2012)
- *Influence of Polarization Filtering on Image Registration Precision in Underwater Conditions* - Matthieu Boffety, Frédéric Galland, Anne-Gaëlle Allais in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 15 , (2012), pp. 3273-3275
- *Color image simulation for underwater optics* - Matthieu Boffety, Frédéric Galland, Anne-Gaëlle Allais in Applied Optics , **Vol. 51** , Issue 23 , (2012), pp. 5633-5642
- *Joint contrast optimization and object segmentation in active polarimetric images* - Guillaume Anna, Nicolas Bertaux, Frédéric Galland, François Goudail, Daniel Dolfi in Optics Letters , **Vol. 37** , Issue 16 , (2012), pp. 3321-3323

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### CONCEPT

- B. Gralak and D. Maystre, *“Negative index materials and time-harmonic electromagnetic field”*, C. R. Physique **13**, 786 (2012)
- W. Smigaj, and B. Gralak, *“Semianalytical design of antireflection gratings for photonic crystals”*, Phys. Rev. B **85**, 035114 (2012).
- S. Guenneau, C. Amra et D. Veynante, *Transformation thermodynamics: cloak and concentrator for heat*, Optics Express **20** (7), 8207-8218 (2012)
- M. Kadic, S. Guenneau, S. Enoch, P.A. Huidobro, L. Martin-Moreno, F.J. Garcia-Vidal, J. Renger et R. Quidant, *Transformation Plasmonics, Nanophotonics* **1** (1), 51-64 (2012)
- M. Farhat, P.Y. Chen, S. Guenneau, S. Enoch et A. Alu, *Frequency-selective surface acoustic invisibility for three-dimensional immersed objects*, Phys. Rev. B **86**, 174303 (2012)
- M. Farhat, S. Guenneau et S. Enoch, *Broadband cloaking of bending waves via homogenization of multiply perforated radially symmetric and isotropic thin elastic plates*, Phys. Rev. B **85**, 020301(R) (2012)
- T. M. Chang, G. Dupont, S. Enoch et S. Guenneau *Enhanced control of light and sound trajectories with three-dimensional gradient index lenses*, New Journal of Physics **14**, 035011 (2012)

### RCMO

## PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

### ILM

- Combis P., Cormont P., Gallais L., Hebert D., Robin L., Rullier J.-L., *Evaluation of the fused silica thermal conductivity by comparing infrared thermometry measurements with two-dimensional simulations*, Applied Physics Letters, **101** 211908 (2012).
- Fu X., Melninkaitis A., Gallais L., Kičas S., Drazdys R., Sirutkaitis V., Commandré M., *Investigation of the distribution of laser damage precursors at 1064 nm, 12 ns on Niobia-Silica and Zirconia-Silica mixtures*, Optics Express, **20** 26089 (2012)
- Mangote B., Gallais L., Commandré M., Mende M., Jensen L., Ehlers H., Jupé M., Ristau D., Melninkaitis A., Mirauskas J., Sirutkaitis V., Kičas S., Tolenis T., Drazdys R., *Femtosecond laser damage resistance of oxide and mixture oxide optical coatings*, Optics Letters, **37** 1478 (2012)
- Robin L., Combis P., Cormont P., Gallais L., Hebert D., Mainfray C., Rullier J.-L., *Infrared thermometry and interferential microscopy for analysis of crater formation at the surface of fused silica under CO2 laser irradiation*, Journal of Applied Physics, **111** 063106 (2012).
- Mangote B., Gallais L., Zerrad M., Lemarchand F., Gao L.H., Commandré M., Lequime M., *A high accuracy femto-/picosecond laser damage test facility dedicated to the study of optical thin films*, Review of Scientific Instruments, **83** 013109 (2012).
- Vauselle A., Pontillon Y., Gallais L., *Feasability studies for speckle interferometry used to measure deformation in nuclear fuel cladding*, Nuclear Technology, **177** 285 (2012)
- Wagner F. R., Hildenbrand A., Akhouayri H., Gouldieff C., Gallais L., Commandré M., Natoli J.-Y., *Statistical Interpretation of Multiple Pulse Laser Damage Measurements in Potassium Titanyl Phosphate and the Damage Initiation Mechanism*, Optical Engineering **51** 121806 (2012).
- Bussiere B., Uteza O., Sanner N., Sentis M., Riboulet G., Vigroux L., Commandre M., Wagner F., Natoli J. Y., Chambaret J. P., 'Bulk laser-induced damage threshold of titanium-doped sapphire crystals', Applied Optics **51** 7826 (2012).
- Vial B., Zolla F. , A. Nicolet, M. Commandré M., S. Tisserand. *Adaptive perfectly matched layer for wood's anomalies in diffraction gratings*, Optic Express **20** (27):28094–28105, (2012).
- S. Reyné, G. Duchateau, J. Y. Natoli & L. Lamaignère, *Competition between ultraviolet and nfrared nanosecond laser pulses during the optical breakdown of KH2PO4 crystals* , Appl. Phys. B **109:695-706** (2012)

## PRIX ET DISTINCTIONS

**PRIX BRANLY 2011** attribué à **Jérôme WENGER (équipe MOSAIC)** remis le 2 février 2012

**PRIX DE LA THESE C'NANO** attribué à **Pierre BON (équipe MOSAIC)** le 07/11/12 à Bordeaux lors des J3N

**PRIX DE LA THESE AMU 2011** attribué à **Heyckel AOUANI (équipe MOSAIC)** le 26/11/2012 à Aix-en- Provence

**Alexander MOVCHAN** s'est vu décerner le diplôme de **DOCTEUR HONORIS CAUSA** de l'Université Aix-Marseille le 26/11/2012 (proposition Frédéric Zolla)

## DEPOTS DE BREVETS

**Projet EpsiMu** ([www.epsimu.fr](http://www.epsimu.fr)) : Brevet francais : FR/1101697

Version internationale : numéro de publication internationale : WO2012/164229 A1 :

Titre du brevet : univerversal sample holder for measurering the electromagnetic properties of a dielctric and/or magnetic material.

## ORGANISATION D'ÉVÉNEMENTS SCIENTIFIQUES

Janvier 2012 : participation du laboratoire à l'exposition « **1 chercheur, 1 manip** » (hologrammes) au **Palais de la Découverte**, Paris

23 mai 2012 - **WORKSHOP CLOAKING** : « **Le Graal de l'Invisibilité : rêve ou réalité ?** », siège du CNRS, Paris

14 et 15 juin 2012 - **Journées des Doctorants** de l'Institut Fresnel, Presqu'île de Giens

19 juin 2012 - **Workshop Rohde & Schwarz** à l'Institut Fresnel

**CONGRES NUMELEC** du 3 au 5 Juillet 2012 , Marseille Saint Charles - avec l'Association des Ingénieurs de Montefiore (AIM, Liège, Belgique)

**CONGRES INTERNATIONAL ETOPIIM 9** du 2 au 7 Septembre 2012, Marseille Jardin du Pharo - avec l'Association Etopim (Sydney, Australie)

**Ecole Thématique "Des photons et des Neurones : imagerie pour les neurosciences"** du 1<sup>er</sup> au 3 octobre 2012, Cabriès - avec l'Institut des Neurosciences de la Timone (INT, Marseille)

Participation à des événements récurrents : **Fête de la Science** (Parc Longchamp, Marseille), **Journée Recherche ECM** (Marseille), **Forum de l'Optique** (Palaiseau), **Ecole de Physique des Houches** "La nanophotonique des structures périodiques : outils théoriques et expérimentaux, de la conception à l'analyse des performances" (du 22 octobre au 2 novembre 2012, Les Houches, INP) etc.

## PARUTIONS D'ARTICLE DANS LA PRESSE GRAND PUBLIC

[Sciences et Avenir n° 789 – Novembre 2012](#) – « Des physiciens ont dévié des ondes sismiques »

[Emission télévisée E=M6 « Séisme, orage, inondation, incendie : comment limiter les dégâts ! »](#) Interview de Sébastien Guenneau (équipe CONCEPT)

[RTS, émission CQFD de la Radio Suisse : "Invisibilité... du mythe à la réalité" du 26 novembre 2012](#) - Interview de Sébastien Guenneau (équipe CONCEPT)

[RFI, émission radio « 24H sur la terre » du 12 octobre 2012](#) - Interview de Sébastien Guenneau (équipe CONCEPT)

[Journal Télévisé de France 2 - 20h00 - le 1er octobre 2012](#) - Reportage et Interview de Sébastien Guenneau (équipe CONCEPT) et de Stéphane Brûlé (Sté MENARD) sur la cape d'invisibilité antisismique

[Futura Sciences du 22 juillet 2012](#) - "En bref : une antenne optique faite... d'ADN synthétique" - Article sur les travaux de l'équipe CLARTE de l'Institut Fresnel (Rolly, Stout, Bonod) et d'une équipe de l'Institut Langevin (Busson, Bidault)

[La Marseillaise du vendredi 20 juillet 2012](#) et [du 23 juillet 2012](#) - « Une nano-antenne fabriquée avec des brins d'ADN » - Article sur les travaux de Nicolas Bonod (équipe CLARTE)

[Sciences et Avenir du 18 juillet 2012](#) - « Des nano-antennes qui amplifient la lumière » - Article sur les Travaux de Nicolas Bonod (Institut Fresnel) et Sébastien Bidault (Institut Langevin)

[Sciences et Avenir – avril 2012](#) – « Un dispositif pour canaliser la chaleur » - Article sur les travaux de Sébastien Guenneau, Claude Amra et Myriam Zerrad (équipe CONCEPT).

[Le Point – en ligne le 5 avril 2012](#) - « L'invisibilité n'est plus de la science-fiction ». Article sur les travaux de Sébastien Guenneau, Claude Amra et Myriam Zerrad (équipe CONCEPT).

[RFI, émission radio « Autour de la question » du 5 avril 2012 dans le « ZOOM » de la revue de presse](#) Interview de S. Guenneau (CONCEPT)

[The Economist, March 6<sup>th</sup> 2012](#) - « Heat-stroke of genius » - *Thermodynamics*, S. Guenneau (équipe CONCEPT)

[Le Monde du 25 février 2012](#) - « L'art de rendre invisible la chaleur - Des chercheurs dévoilent la manière dont il serait possible de protéger des objets de flux thermiques. » Article sur les travaux de Sébastien Guenneau, Claude Amra et Myriam Zerrad (équipe CONCEPT).

[Revue La Recherche - Février 2012](#) - Dossier : « La Physique de l'Invisible. Comment les physiciens font disparaître l'espace et le temps. » Entretien avec Sébastien Guenneau : "Déformer les ondes pour mieux les contrôler" p 46 à 51.