

Institut Fresnel

UMR 6133

Faits Marquants 2010

Voir en microscopie optique comment les molécules sont orientées dans l'espace

Des chercheurs de l'Institut Fresnel à Marseille ont mis au point une technique optique qui permet de voir comment sont orientées dans l'espace les liaisons chimiques constituant la matière. En développant une nouvelle méthodologie mettant en œuvre des analyses polarimétriques dans le contraste de Raman stimulé, ils ont réussi à révéler l'orientation des liaisons chimiques dans des échantillons aussi variés que des cristaux et des fibres de collagènes. Ces découvertes ouvrent d'importantes perspectives dans l'imagerie optique de l'ordre moléculaire haute résolution. En particulier ces outils optiques pourraient à terme révéler la conformation des protéines dans les cellules et les tissus.

Dans deux articles publiés les 8 juin 2010 et 17 septembre 2010 dans la revue américaine *Physical Review Letters*, ils décrivent comment il est possible d'augmenter la spécificité chimique en microscopie Raman stimulée CARS* et comment, en analysant la polarisation de la lumière générée lors de l'interaction entre deux impulsions laser et les molécules étudiées, il est possible de remonter à l'orientation des liaisons chimiques constituant l'échantillon. Ces méthodologies, protégées par des brevets, reposent sur une analyse détaillée des processus d'interaction lumière-matière à résonance, c'est-à-dire lorsque la lumière vient exciter les vibrations propres des liaisons chimiques constituant la matière.

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

Figures : **A** : Image CARS* de tendon de queue de rat pour une liaison chimique spécifique du collagène. **B** : Au point 1 une analyse des états de polarisation du signal CARS révèle en **C** l'orientation des liaisons chimiques analysées.

*CARS : "Coherent Anti-Stokes Raman Scattering" : Diffusion Anti-Stokes Raman stimulée

Contact :

S. Brasselet, sophie.brasselet@fresnel.fr

H. Rigneault, herve.rigneault@fresnel.fr

Références :

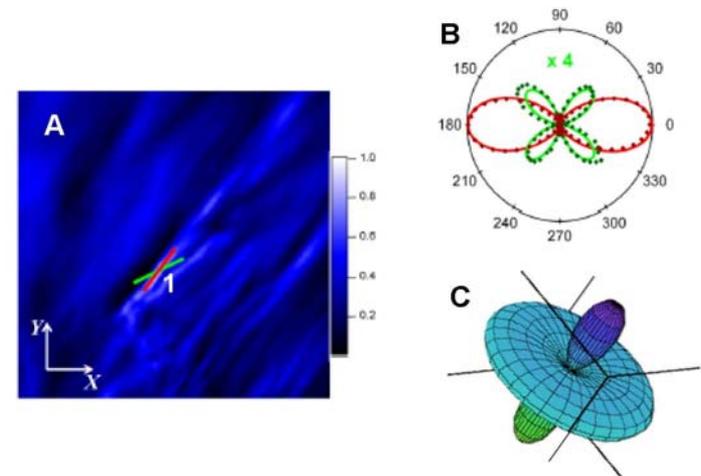
"Revisiting the Young's Double Slit Experiment for Background-Free Nonlinear Raman Spectroscopy and Microscopy" par David Gachet, Sophie Brustlein, et Hervé Rigneault. Phys. Rev. Lett. 104, 213905 (2010)

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v104/i21/e213905>

"High Order Symmetry Structural Properties of Vibrational Resonances Using Multiple-Field Polarization Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy Microscopy" par Fabiana Munhoz, Hervé Rigneault, et Sophie Brasselet. Phys. Rev. Lett. 105, 123903 (2010)

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v105/i12/e123903>

Site Web : www.fresnel.fr/mosaic

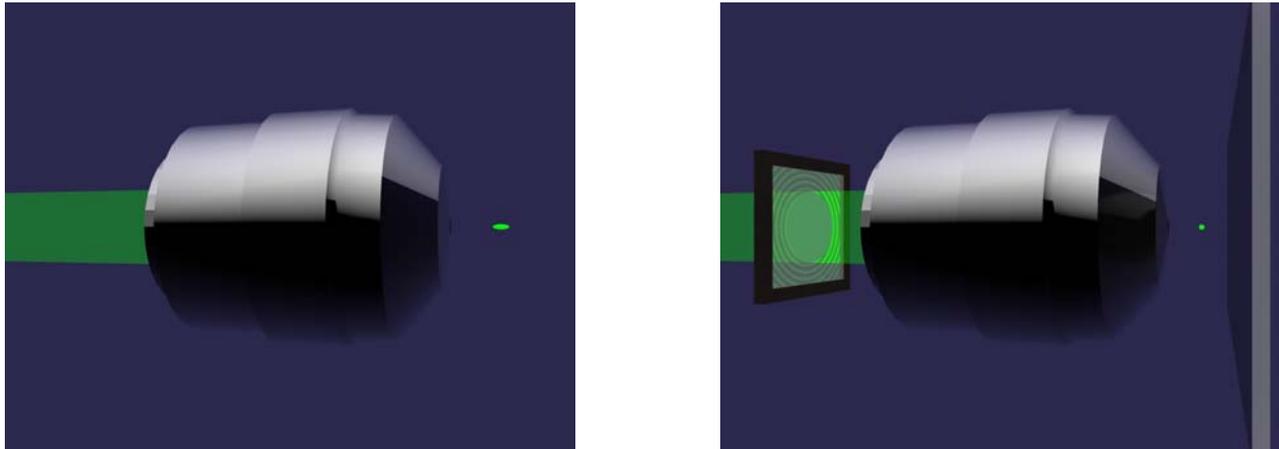


La microscopie accède à la troisième dimension

Des chercheurs de l'Institut Fresnel à Marseille ont mis au point une technique qui permet d'augmenter considérablement les performances des microscopes optiques. En améliorant d'un facteur trois la résolution selon la profondeur de l'échantillon, ils ont réussi à s'affranchir d'une limite qui bride la microscopie depuis plus d'un siècle, ouvrant ainsi la voie à l'imagerie tridimensionnelle à haute résolution.

Dans un article publié le 12 novembre 2010 dans la revue américaine Physical Review Letters, ils décrivent l'ingénieux système qui leur permet de concentrer la lumière en une tache non plus allongée, mais sphérique, assurant ainsi une résolution identique dans les trois directions de l'espace. Cette méthode, baptisée iso-microscopie (pour microscopie isotrope) et protégée par un brevet, repose sur les dernières avancées théoriques du « retournement temporel », concept né dans le domaine de l'acoustique, et sur un dispositif dernier cri permettant de modeler les faisceaux lumineux. Très simple à mettre en œuvre, la méthode pourra être adaptée aux nombreux systèmes de microscopie existants.

Cette avancée technique est un pas supplémentaire dans l'exploration de l'infiniment petit. Elle offre de nouvelles perspectives en biologie, pour le diagnostic biomédical, ou encore en sciences des matériaux, domaines où le microscope optique est un instrument incontournable. Appliquée au stockage d'informations, elle pourrait permettre d'augmenter la capacité des supports reposant sur une lecture optique, tels que CD ou DVD.



Figures : **Gauche** : le microscope conventionnel concentre la lumière en une tache de lumière allongée en forme de cigare, ce qui dégrade la résolution dans l'une des directions (la profondeur de l'échantillon). **Droite** : La nouvelle technique dite d'iso-microscopie (pour microscopie isotrope) permet de concentrer la lumière en une tache sphérique garantissant une résolution identique dans les trois directions de l'espace.

Contact :

P.Ferrand, patrick.ferrand@fresnel.fr

Références :

"Isotropic diffraction-limited focusing using a single objective lens" par E. Mudry, E. Le Moal, P. Ferrand, P. C. Chaumet, A. Sentenac
<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v105/i20/e203903>

Site Web : www.fresnel.fr/ISO

Mesure et imagerie d'objets diffractants à structure complexe sub-longueur d'onde

L'Institut Fresnel est internationalement connu pour ses compétences en mesures de diffraction d'objets dans le régime des micro-ondes [2-20GHz]. Ces mesures sont effectuées dans un environnement contrôlé, la chambre anéchoïque du CCRM, exploitée à cet effet par les expérimentateurs hyperfréquences de l'Institut Fresnel.

En collaboration avec le CETHIL, qui a participé à la construction et à la définition de la cible, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont mesuré la diffraction par une cible de très faible pouvoir diffractant et de géométrie complexe (diamètre des particules élémentaires $< \lambda/3$) pour un volume global de $(5 \lambda)^3$ à 18 GHz. Cette cible, par changement d'échelle, correspond à un assemblage typique de particules de suie.

La métrologie a été particulièrement poussée pour pouvoir mesurer avec précision les faibles champs électromagnétiques vectoriels associés. Une comparaison exhaustive avec plusieurs codes de simulation a montré à la fois la validité du protocole de mesure et des outils de simulations.

En complément, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont mis au point un algorithme d'imagerie efficace, qui permet de remonter à des informations quantitatives sub-longueur d'onde sur la cible.

Contact :

J.-M. Geffrin, jean-michel.geffrin@fresnel.fr

C. Eyraud, christelle.eyraud@fresnel.fr

Références :

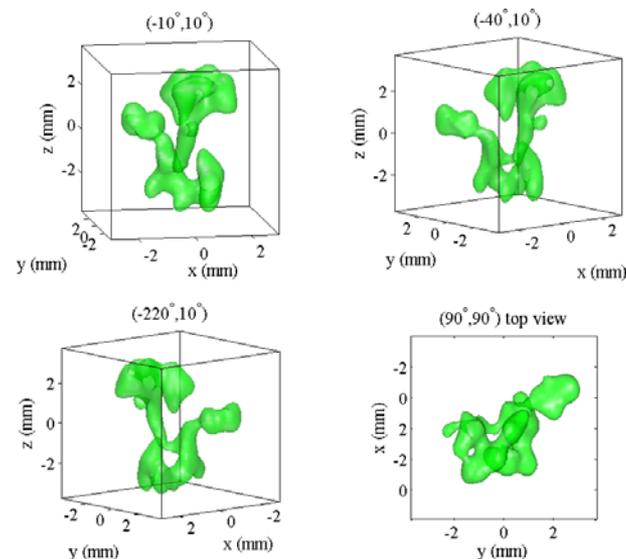
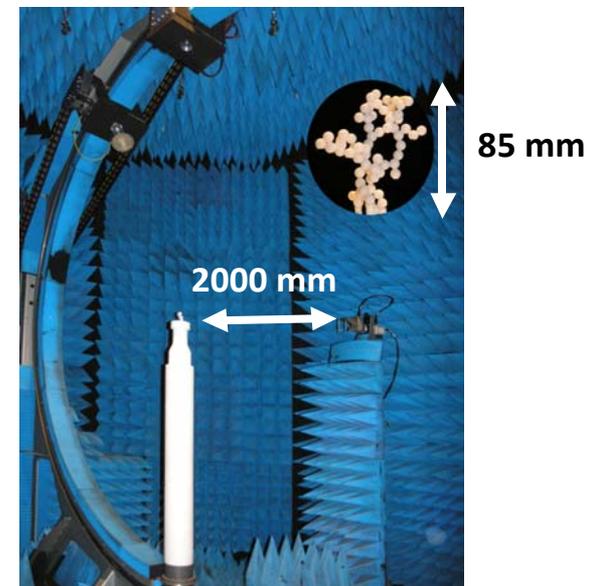
O. Merchiers et al., Optics Express, 18(3):2056-2075, 2010.

O. Merchiers et al., Applied Physics Letters, 94:181107, 2009

C. Eyraud et al., IEEE Trans. Antennas Propagat., to appear

Site Web :

www.fresnel.fr



Différentes vues de l'agrégat reconstruit par inversion non-linéaire à partir des champs diffractés mesurés (18 GHz)

EpsiMu®: Caractérisation électromagnétique large-bande de milieux granulaires

EpsiMu est un outil de mesure de permittivité diélectrique complexe et de perméabilité magnétique complexe fonctionnant dans le domaine des micro-ondes sur une large bande de fréquence ; typiquement entre 300 MHz et 18 GHz.

L'outil EpsiMu est constitué principalement par une cellule coaxiale de mesure et par un logiciel dédié. Les chercheurs de l'Institut Fresnel ont optimisé l'ensemble de la technique pour répondre à deux critères de base: simplifier au maximum la procédure de mesure et rendre la mesure temps réel.

Cette dernière fonctionnalité permet de visualiser la ou les variations des caractéristiques électromagnétiques en fonction soit d'un paramètre extérieur (variation de température) soit d'un paramètre intérieur (humidité, concentration).

Maîtrisant parfaitement l'ensemble de la technique, les chercheurs de l'Institut Fresnel viennent de développer une cellule adaptée aux matériaux granulaires secs ou humides.

Contact :

P. Sabouroux, pierre.sabouroux@fresnel.fr

Références :

D. Ba et P. Sabouroux., Microwave Opt. Tech. Letters, 52(12) : 2643-2648, 2010.
Enveloppe SOLEAU - INPI (n°191097-160304)- 2004 et 2009

Site Web :

<http://www.fresnel.fr/spip/spip.php?rubrique122>
<http://www.epsimu.fr>



La dépolarisation de la lumière: une limite enfin contournée ?

Parce qu'elles permettent de prendre en compte la nature vectorielle de la lumière et donc de révéler des propriétés non accessibles à l'œil l'humain, l'imagerie de polarisation et ses dérivés sont des techniques utilisées dans de nombreux domaines tels que la télédétection, l'imagerie biomédicale, la bio-photonique, l'imagerie radar, la microscopie, l'imagerie sous-marine, l'industrie automobile, les travaux publics, la vision industrielle, la technologie LCD, le cinéma 3D...

Les performances de l'ensemble de ces techniques sont cependant limitées par le phénomène de dépolarisation. En effet, pour les milieux fortement perturbés (tissus humains, brouillard dense, milieux turbides...), l'ajout de la dimension polarimétrique n'offre pas de gain de contraste notable en regard de la mesure d'intensité.

Des chercheurs de l'institut Fresnel ont mis en évidence un effet d'échelle spatiale de détection qui est indissociable du processus de dépolarisation. Ils ont montré comment, en adaptant l'angle solide d'observation à la scène étudiée, on pouvait limiter, voire annuler la perte de polarisation tout en extrayant une information pertinente sur les paramètres structuraux des milieux sondés. Cette ouverture conceptuelle ouvre la porte à de nouvelles perspectives pour une amélioration de l'imagerie de polarisation dont les domaines d'application sont multiples.

Retenu pour le Projet ANR TraMEL qui débute en janvier 2011

Contact :

M. Zerrad, myriam.zerrad@fresnel.fr

Références :

Myriam Zerrad, Jacques Sorrentini, Gabriel Soriano and Claude Amra

" Gradual loss of polarization in light scattered from rough surfaces: Electromagnetic prediction " Optics Express, Vol. 18 Issue 15, pp.15832-15843 (2010)

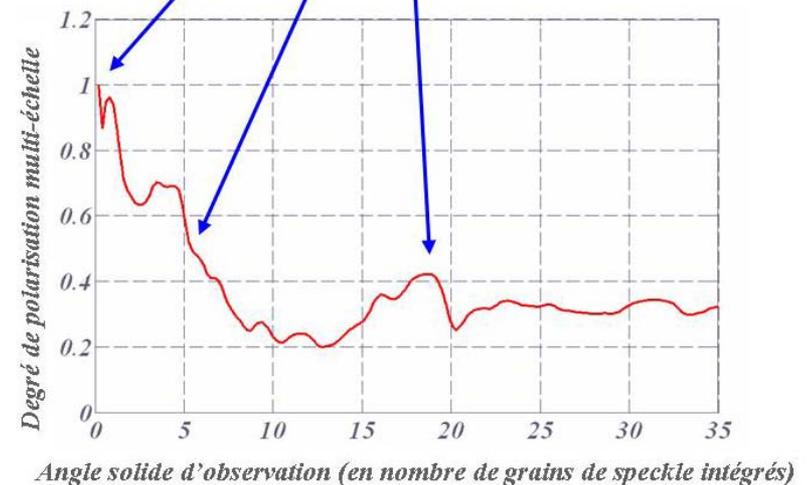
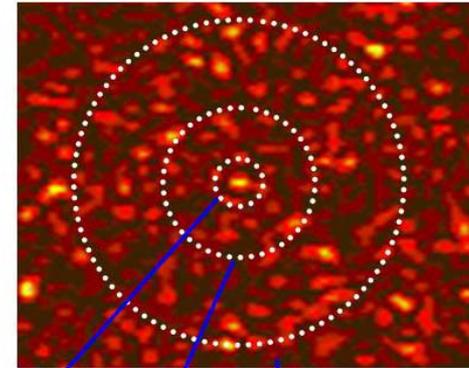


Figure : lumière diffusée par un milieu aléatoire & quantification de la dépolarisation en fonction de l'échelle spatiale d'observation

Site Web :

<http://www.fresnel.fr>

Imagerie micrométrique 3D de milieux faiblement diffusants : application au diagnostic de greffons cornéens

Une imagerie tridimensionnelle avec une résolution micrométrique d'objets faiblement diffusants est devenue accessible grâce au développement, au sein de l'équipe MAP2, d'un dispositif de tomographie par cohérence optique (OCT) plein champ.

Appliquée au diagnostic de greffons cornéens, cette technique permet une caractérisation *in situ*, sans découpe et sans coloration du tissu, de la structure de ces greffons sur leur épaisseur totale (entre 500 et 1000 μm suivant les pathologies) et avec une résolution tri-dimensionnelle de l'ordre du micromètre. La qualité est similaire à celle d'une coupe histologique, avec l'avantage de préserver l'intégrité du greffon.

Lors du tri des greffons, le degré de transparence est un critère subjectif lié à l'appréciation visuelle de l'opérateur. Deux études ont été menées qui ont permis d'évaluer la perte de transparence cornéenne, ce qui est indispensable à une greffe de qualité :

- visualisation des variations de la structure en fonction de la pathologie et après une chirurgie réfractive (Cf. image de la découpe laser)
- qualification quantitative du greffon liant ses propriétés de diffusion à son degré d'œdème (épaisseur) et à la perte de transparence.

Contacts :

L. Siozade Lamoine laure.siozade@fresnel.fr

G. Georges gaelle.georges@fresnel.fr

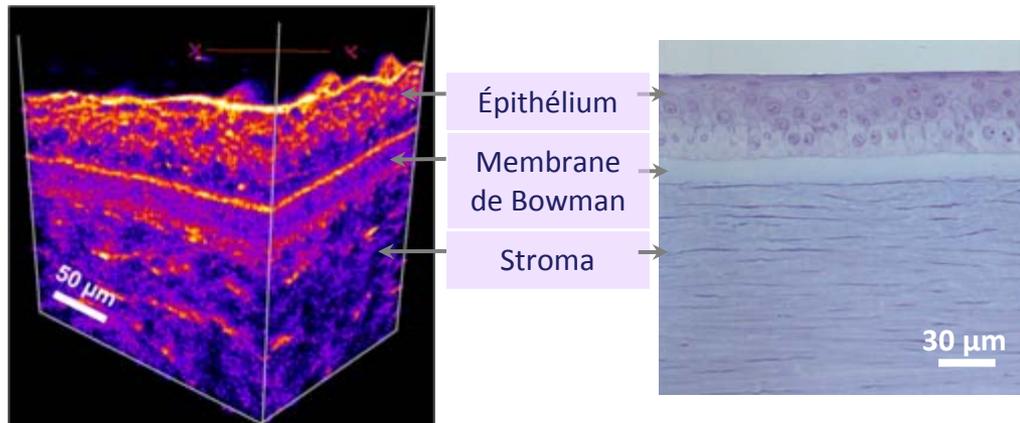
C. Deumié carole.deumie@fresnel.fr

Références :

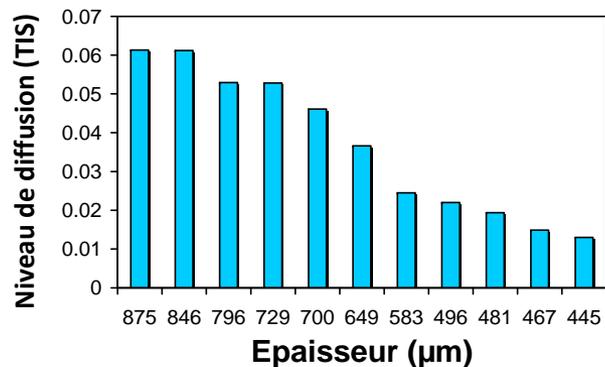
G. Latour, et al. "Light scattering from human corneal grafts: Bulk and surface contribution," J. Appl. Phys., 108, p. 53104 (2010).

G. Latour, et al. "Human Graft Cornea and Laser Incisions Imaging with Micrometer Scale Resolution Full-Field Optical Coherence Tomography," J. Biomed. Opt., 15, p. 56006 (2010).

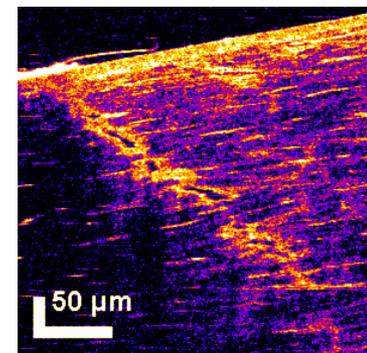
Site Web : <http://www.fresnel.fr>



Imagerie OCT (a) et coupe histologique (b) de la partie antérieure d'une cornée



Évolution du niveau de diffusion en fonction de l'épaisseur des greffons



Coupe axiale d'une ablation laser dans une cornée humaine

Un réseau de diffraction haute tenue au flux à très large tolérance spectrale pour les chaînes lasers femtosecondes ultra-intenses (projet Extreme Light Intensity)

Aucun réseau de diffraction n'a jusqu'à maintenant présenté une très bonne tolérance spectrale tout en garantissant un seuil d'endommagement laser élevé. Le problème dans les conceptions menées jusqu'à maintenant sur des réseaux multicouches diélectriques résidait dans le fait que le réseau était considéré comme la superposition de 2 pièces optiques: un empilement diélectrique réfléchissant et un réseau de diffraction. L'optimisation du réseau s'effectuait sur un empilement diélectrique déjà optimisé.

Un chercheur de l'Institut Fresnel (CNRS, Université Paul Cézanne, Université de Provence, Ecole Centrale Marseille) en collaboration avec l'école Polytechnique a proposé de considérer le réseau multidiélectrique comme un élément optique unique et d'optimiser conjointement les épaisseurs des couches minces diélectriques et la gravure du réseau. L'empilement diélectrique a été déposé sur une couche d'or ce qui a permis de réduire le nombre de couches minces diélectriques à 7. L'efficacité réfléchie moyennée sur l'intervalle spectral [700;900] nm dans l'ordre de diffraction requis est supérieure à 95%. Ce concept de réseau métallo-diélectrique avait été proposé théoriquement en 2006 et sa haute tenue au flux vient d'être démontrée expérimentalement lors d'une collaboration entre le CEA et l'Institut Fresnel [1]. Mais c'est la première fois qu'une optimisation conjointe de l'empilement diélectrique et de la gravure est réalisée [2] pour élargir la tolérance spectrale.

Contacts :

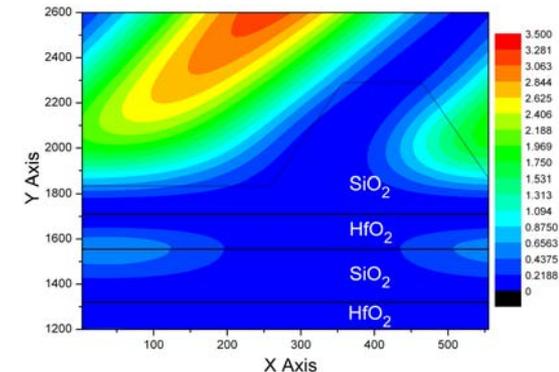
N. Bonod, nicolas.bonod@fresnel.fr

Références :

- [1]. J. Neauport, N. Bonod, S. Hocquet, S. Palmier, G. Dupuy, "Mixed metal dielectric gratings for pulse compression" Opt. Express 18, 23776-23783 (2010)
- [2] "Réseau de diffraction réfléchissant optimisé" demande de brevet auprès de l'INPI déposée le 17/12/2009, procédure PCT demandée par l'Ecole Polytechnique et le CNRS.

Site Web :

<http://www.fresnel.fr>



Figures :

Haut : Photographie d'un réseau de diffraction étudié

Bas : simulation numérique du renforcement de l'intensité lumineuse dans le réseau.

Des antennes optiques ultra-compactes

Les progrès récents dans les antennes optiques ont fortement affecté la nano-optique par leur capacité à renforcer l'interaction lumière-matière à l'échelle sub-longueur. L'interaction entre les émetteurs quantiques de lumière et des antennes optiques est un sujet d'étude très intense les antennes permettent d'améliorer les propriétés radiatives des émetteurs, mais aussi de contrôler leur diagramme d'émission. En raison de leur caractère plasmonique, les antennes optiques peuvent concentrer la lumière en de minuscules spots permettant ainsi de sonder l'environnement local avec une très haute résolution.

Une attention particulière a été portée ces 3 dernières aux antennes de type Yagi-Uda, antenne rateau que nous avons tous vu fleurir sur le toit de nos maisons, en raison de la très forte directivité du faisceau émis. Mais la fabrication d'une telle antenne dans le domaine de fréquences optiques demeure un challenge technologique qui limitera leur domaine d'application. Des chercheurs de l'Institut Fresnel ont développé en 2010 2 designs d'antennes reposant sur des propriétés physiques différentes. La première antenne est l'antenne métallo-diélectrique constituée d'une microsphère diélectrique, capable de diriger le rayonnement émis dans un cône de rayonnement très étroit, et d'un dimère de particules métalliques qui exaltent les propriétés radiatives de l'émetteur quantique. Réciproquement, lorsque cette antenne est éclairée par une onde plane, elle est capable de concentrer la grande quantité d'énergie lumineuse collectée par la sphère diélectrique en un minuscule spot de quelques nanomètres de diamètres entre les particules métalliques [1]. Le second design développé est une antenne entièrement métallique, proche d'une antenne de type Yagi-Uda, mais constituée uniquement de 2 particules dont l'inter-distance inférieure à 50 nm permettrait de fabriquer cette nano-antenne par auto-assemblage chimique, ce qui constituerait un saut technologique majeur. Une étude théorique préliminaire nous a permis de parvenir à un tel résultat. Nous avons démontré que le comportement réflecteur ou attracteur d'une particule métallique vis-à-vis du rayonnement électromagnétique dépend entièrement du déphasage entre les dipôles émetteurs (émetteur quantique) et induits (nanoparticules métalliques) [2].

Contacts :

N. Bonod, nicolas.bonod@fresnel.fr

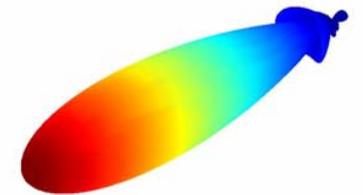
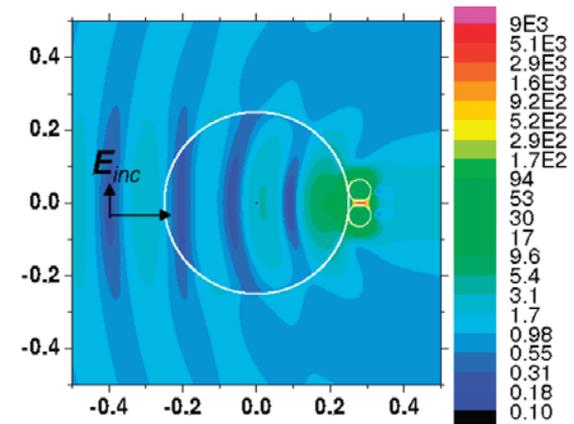
B. Stout, Brian.stout@fresnel.fr

Références :

[1]. N. Bonod, A. Devilez, B. Rolly, S. Bidault, B. Stout, "Ultracompact and unidirectional metallic antennas" Phys. Rev. B 82, 115429 (2010)

[2]. A. Devilez, B. Stout, N. Bonod, "Compact Metallo-dielectric Optical Antenna For Ultra Directional and Enhanced Radiative Emission" ACS Nano 4, 3390–3396 (2010)

Site Web : <http://www.fresnel.fr>



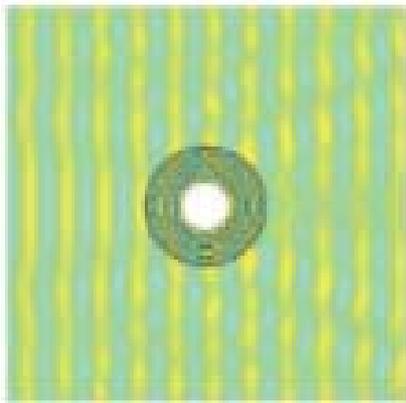
Figures :

Haut : Hot spot très intense offert par une antenne métallo-diélectrique

Bas : Diagramme de rayonnement d'un émetteur quantique couplé à une nano-antenne métallique.

Métamatériaux acoustiques

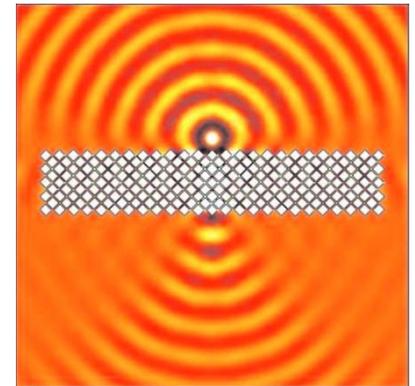
Une cape d'invisibilité et une lentille plate pour ondes sismiques: la trajectoire des ondes de flexion à la surface d'une plaque mince peut-être contrôlée à l'aide de couches concentriques de polymères de même, les ondes de flexion peuvent subir une réfraction négative dans une plaque perforée



A : simulation numérique vue de dessus



b : vue d'artiste 3D



c : simulation numérique vue de dessus

Contact :

S. Guenneau, sebastien.guenneau@fresnel.fr

S. Enoch, stefan.enoch@fresnel.fr

Références :

Farhat, Guenneau, Enoch, "Cloaking bending waves propagating in thin elastic plates", Physical Review Letters, 2009 79 033102

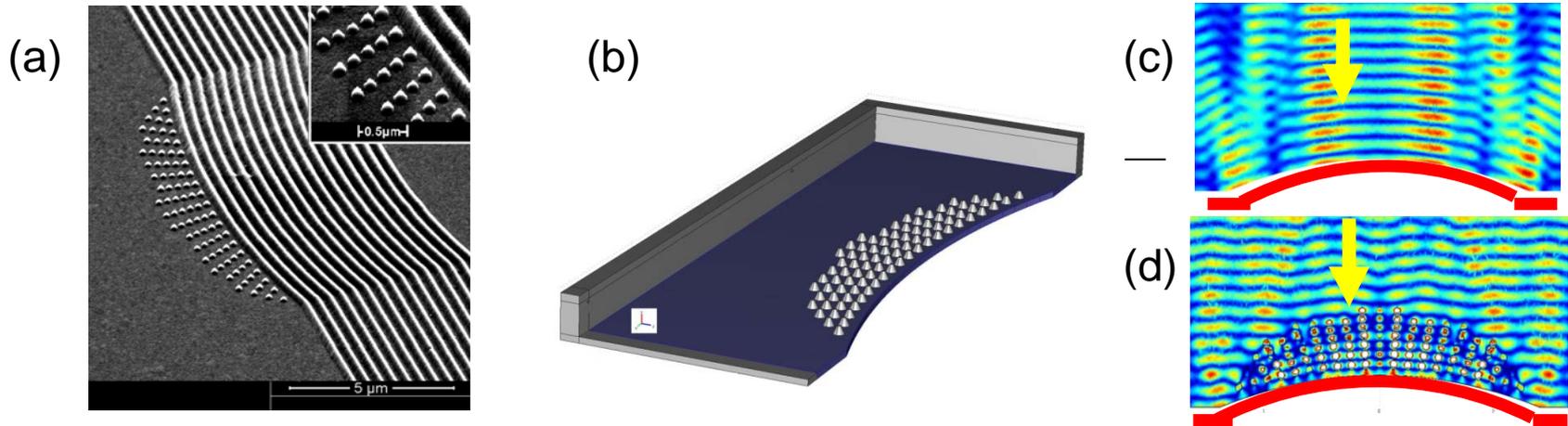
Farhat, Guenneau, Enoch Movchan Brevet déposé le 15/09/10 (CNRS/ Aix Marseille Université III/ Liverpool University

Farhat, Guenneau, Enoch, Movchan, Pertursson, "focussing bending waves in thin-perforated plates", Applied Physics Letters 2010 96 081909

Site Web : www.fresnel.fr

Plasmonique Transformationnelle

Tapis d'invisibilité pour plasmons de surface: une collaboration entre l'Institut Fresnel (Marseille) et le ICFO Barcelone a conduit à la première réalisation expérimentale d'un tapis à plasmons (*a: vue au microscope*) ; le métamatériau a été designé (*b: modèle numérique 3D*) puis simulé pour un plasmon de surface incident sur un miroir courbe seul puis recouvert d'un tapis d'invisibilité (*c: miroir courbé seul; d: miroir + tapis*) à l'Institut Fresnel.



Contact :

S. Enoch, stefan.enoch@fresnel.fr

M. Kadic, muamer.kadic@fresnel.fr

S. Guenneau, sebastien.guenneau@fresnel.fr

Références :

Renger, Kadic, Dupont, Acimovic, Guenneau, Enoch and Quidant, " Hidden progress: Broadband plasmonic invisibility", Optics Express 18(11), 15757, 2010

Kadic, Guenneau, Enoch, " Transformational plasmonics: Cloak, concentrator and rotator ", Optics Express 18(11) 12027, 2010

Site Web : www.fresnel.fr

Résolution nanométrique pour la microscopie tomographique optique

La microscopie tomographique diffractive est une technique d'imagerie en champ lointain permettant de reconstruire la carte de permittivité d'objets diffractants. Elle est basée sur l'illumination successive de l'objet sous différentes incidences en lumière cohérente et sur la détection en phase et en amplitude du champ diffracté.

L'équipe SEMO de l'Institut Fresnel est parvenue à démontrer expérimentalement que cette technique permet d'obtenir des résolutions nanométriques comparables à celles de microscopes à force atomique (AFM) lorsque l'objet sondé est très fortement diffractant (figure 1).

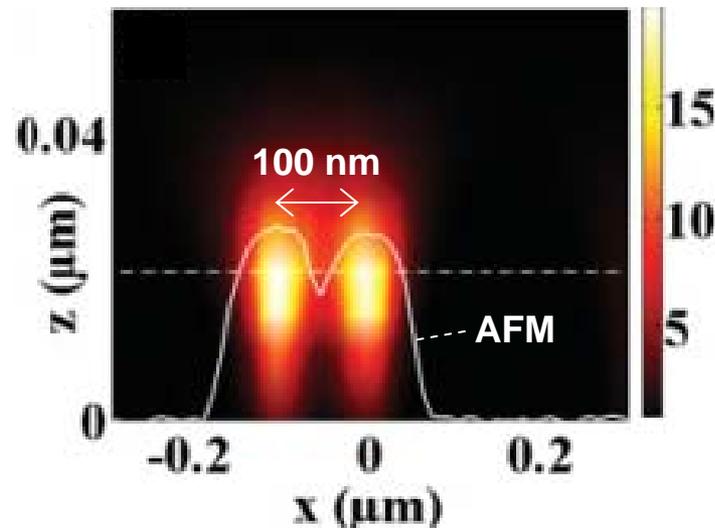


Figure 1 : carte de permittivité de deux pistes de germanium nanométriques (largeur 50 nm, hauteur 25 nm) comparée à un profil AFM

Contact :

A. Sentenac, anne.sentenac@fresnel.fr

H. Giovannini, hugues.giovannini@fresnel.fr

Référence :

J. Girard, G. Maire, H. Giovannini, A. Talneau, K. Belkebir, P. C. Chaumet and A. Sentenac, " Nanometric resolution using far field optical tomographic microscopy in the multiple scattering regime ", Phys. Rev. A **82**, 061801 (R)(2010)

Site Web :

www.fresnel.fr

Microscopie tomographique diffractive assistée par miroir

L'équipe SEMO de l'Institut Fresnel a mis en évidence par des simulations numériques que l'utilisation d'un miroir placé à proximité de l'objet permet d'obtenir, avec un microscope optique tomographique, une résolution isotrope sous la limite de diffraction, équivalente à celle qui serait obtenue en exploitant toutes les directions de l'espace pour l'illumination et la détection (figure 2).

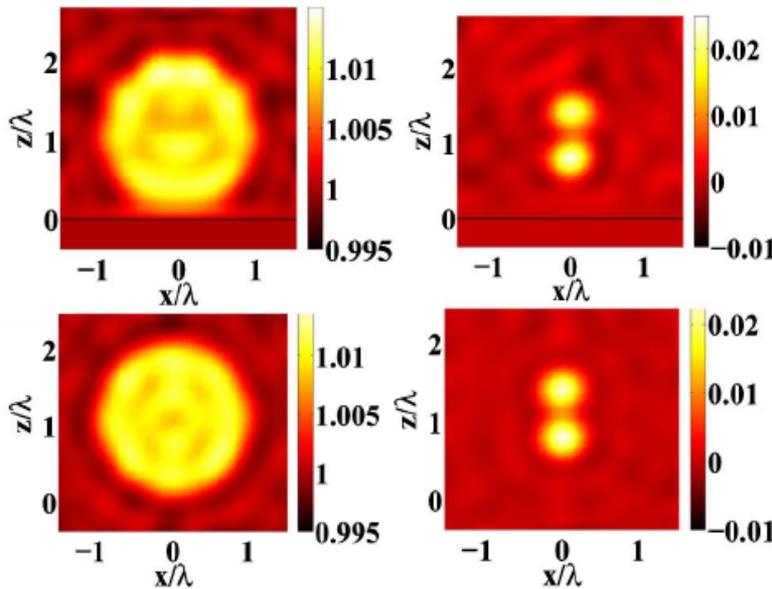


Figure 2 : reconstruction de la partie réelle (*gauche*) et de la partie imaginaire (*droite*) de la permittivité d'un objet diffractant.

Haut : configuration en réflexion (2π stéradians) avec miroir ;
Bas : configuration complète (4π stéradians)

Contact :

A. Sentenac, anne.sentenac@fresnel.fr

Référence :

E. Mudry, P. C. Chaumet, K. Belkebir, G. Maire and A. Sentenac

Mirror-assisted optical diffraction tomography with isotropic resolution, Opt. Lett. 35, 1857 (2010)

Site Web :

www.fresnel.fr

NOS DEPOTS DE BREVETS

MOSAIC

- 1- Méthode pour la formation d'une image de phase en microscopie et dispositif pour la mise en œuvre de ladite méthode
Gachet D., Rigneault H. (22/01/2010) Brevet CNRS (INPI N°10/00246)
- 2- Méthode pour la détection d'un signal optique non linéaire résonant et dispositif pour la mise en œuvre de ladite méthode
(I) Gachet D., Rigneault H., Brustlein S. (22/01/2010) Brevet CNRS (INPI N°10/00245)
- 3- Méthode pour la détection d'un signal optique non linéaire résonant et dispositif pour la mise en œuvre de ladite méthode
(II) Gachet D., Rigneault H., Brustlein S., Billard F. (22/01/2010) Brevet CNRS (INPI N°10/00244)

CLARTE

- 1- "Réseau de diffraction réfléchissant optimisé," demande de brevet auprès de l'INPI déposée le 17/12/2009, procédure PCT demandée par Polytechnique et le CNRS.
- 2- "Réseau de diffraction multicouches à mixture de diélectriques," demande de dépôt de brevet déposée à l'INPI le 24 septembre 2010. Inventeurs : J. Néauport, E. Lavastre, L. Gallais, N. Bonod.
- 3- Farhat, Guenneau, Enoch Movchan Brevet déposé le 15/09/10 (CNRS/ Aix Marseille Université III/ Liverpool University)

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

MOSAIC

- 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.* **105**, 123903 (2010)
- H. Aouani, S. Itzhakov, D. Gachet, E. Devaux, T. W. Ebbesen, H. Rigneault, D. Oron and J. Wenger, " Colloidal Quantum Dots as Probes of Excitation Field Enhancement in Photonic Antennas ", *ACS Nano* **4** 4571–4578 (2010)
- D. Gachet, S. Brustlein, H. Rigneault, "Revisiting the Young's Double Slit Experiment for Background-Free Nonlinear Raman Spectroscopy and Microscopy", *Phys. Rev. Lett. Vol. 104*, pp.213905 (2010)
- P. Shoen, M. Behrndt, D. Ait-Belkacem, H. Rigneault, S. Brasselet, "Polarization and phase pulse shaping applied to structural contrast in nonlinear microscopy imaging" *Phys Rev A*, 013809 (2010)
- E. Mudry, E. Le Moal, P. Ferrand, P. C. Chaumet, A. Sentenac, "Isotropic diffraction-limited focusing using a single objective lens". *Phys. Rev. Lett. Vol. 105*, pp.203903 (2010) - **En collaboration avec SEMO**

HIPE

- D. Ba, P. Sabouroux. "EpsiMu, A toolkit for permittivity and permeability measurement in microwave domain at real time of all materials : Applications to solid and semisolid materials". *Microwave and Optical Tech. Letters* 52(12) : 2643-2648, 2010.
- M. Serhir, J-M. Geffrin, A. Litman, P. Besnier. "Aperture Antenna Modeling by a Finite Number of Elemental Dipoles From Spherical Field Measurements". *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* 58(4):1260-1268, 2010.
- O. Merchiers, C. Eyraud, J-M. Geffrin, R. Vaillon, B. Stout, P. Sabouroux, B. Lacroix. "Microwave measurements of the full amplitude scattering matrix of a complex aggregate : a database for the assessment of light scattering codes". *Optics Express*, 18(3):2056-2075, 2010.
- R. Lencred, A. Litman, and J-M. Geffrin. "Combining spatial support information and shape-based method for tomographic imaging inside a microwave cylindrical scanner". *Inverse Problems in Science and Engineering*, 18:19-34, 2010.
- C. Eyraud, J-M. Geffrin, P. Lewyllie, A. Franchois, A. Dubois. "Target localization and measured scattered field pre-processing using spectral bandwidth minimization for shallowly buried target problems". *Microwave and Optical Technology Letters* 52(1):147-151, 2010.

CLARTE - RCMO - SEMO

- Fehrembach A.-L., Lemarchand F., Talneau A., Sentenac A., "High Q polarization independent Guided Mode Resonance Filter with "doubly periodic" etched Ta₂O₅ bi-dimensional grating", *J. of Lightwave Tech.* **28**, +++ (2010)

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

CLARTE

- J. Neauport, N. Bonod, S. Hocquet, S. Palmier, G. Dupuy, "Mixed metal dielectric gratings for pulse compression", *Opt. Express* 18, 23776-23783 (2010)
- N. Bonod, A. Devilez, B. Rolly, S. Bidault, B. Stout, "Ultracompact and unidirectional metallic antennas", *Phys. Rev. B* 82, 115429 (2010).
- A. Devilez, B. Stout, N. Bonod, "Compact Metallo-dielectric Optical Antenna For Ultra Directional and Enhanced Radiative Emission", *ACS Nano* 4, 3390–3396 (2010).
- Farhat, Guenneau, Enoch, "cloaking bending waves propagating in thin elastic plates", *Physical Review Letters*, 2009 79 033102
- Farhat, Guenneau, Enoch, Movchan, Pertursson, "focussing bending waves in thin-perforated plates", *Applied Physics Letters* 2010 96 081909
- Renger, Kadic, Dupont, Acimovic, Guenneau, Enoch and Quidant, "Hidden progress: Broadband plasmonic invisibility", *Optics Express* 18 (11), 15757 (2010)
- Kadic, Guenneau, Enoch, " Transformational plasmonics: Cloak, concentrator and rotator ", *Optics Express* 18 (11) 12027 (2010)

PHYTI

- E. Vasquez, F. Galland, G. Delyon, Philippe Réfrégier " Mixed segmentation-detection based technique for point target detection in non homogeneous sky " in *Applied Optics* , Vol. 49 , Issue 9 , pp. 1518-1527 (2010)
- Eric Magraner, Nicolas Bertaux, Philippe Réfrégier " Detection in Gamma Distributed Nonhomogenous Background " in *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems* , Vol. 46 , Issue 3 , pp. 1127-1139 (2010)

GSM

- Huck A., Guillaume M., Blanc-Talon J. Minimum Dispersion Constrained Nonnegative Matrix Factorization to Unmix Hyperspectral Data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol 48, n° 6, pp 2590-2602, 2010
- Adel M., Moussaoui A., Rassigni M., Bourennane S., Hamami L., Statistical-based tracking technique for linear structures detection: Application to vessel segmentation in medical images, *IEEE Signal Processing Letters* , vol.17, n° 6, pp; 555-558, June 2010.
- Caulier Y., Bourennane S., Visually Inspecting Reflective Surfaces: A Feature-Based Approach., *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* , Vol. 32 , n° 11 , pp. 2100-2105, December 2010
- Bourennane S., Fossati C., Cailly A., Improvement Classification for Hyperspectral Image Based on Tensor Modelling, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* , vol.7, n°4, pp. 801- 805 , October 2010.

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

SEMO

- J. Girard, G. Maire, H. Giovannini, A. Talneau, K. Belkebir, P. C. Chaumet and A. Sentenac, "Nanometric resolution using far field optical tomographic microscopy in the multiple scattering regime". *Phys. Rev. A* 82, 061801 (R)(2010)
- E. Mudry, E. Le Moal, P. Ferrand, P. C. Chaumet and A. Sentenac, "Isotropic diffraction-limited focusing using a single objective lens", *Phys. Rev. Lett.* 105, 203903 (2010)
- C.-A. Guérin, G. Soriano, "The Weighted Curvature Approximation in scattering from sea surfaces", *Waves in Random and COMplex Media* (20), pp363-384, 2010
- E. Mudry, P. C. Chaumet, K. Belkebir, G. Maire and A. Sentenac, "Mirror-assisted optical diffraction tomography with isotropic resolution", *Opt. Lett.* 35, 1857 (2010).
- P. C. Chaumet, K. Belkebir, and A. Rahmani, "Optical forces in time domain on arbitrary objects", *Phys. Rev. A* 81, 021803(R) (2010).
- K. Jay, P. C. Chaumet, T. N. Langtry, and A. Rahmanin, "Optical binding of electrically small magnetodielectric particles", *J. of Nanophotonics* 4, 041565 (2010).

MAP2

- Cormont P, Gallais L, Lamaignère L, Rullier J-L, Combis P and Hebert D "Impact of two CO2 laser heatings for damage repairing on fused silica surface" *Optics Express* 18 26068-76 (2010)
- Da Silva A, Djaker N, Ducros N, Dinten J-M and Rizo P "Real time optical method for localization of inclusions embedded in turbid media" *Optics Express* 18 7753-62 (2010).
- Ducros N, Da Silva A, Dinten J-M, Seelamantula C S, Unser M and Peyrin F "A Time-domain Wavelet-based Reconstruction Algorithm for Fluorescence Diffuse Optical Tomography" *Medical Physics* 37 2890-900 (2010).
- Gallais L, Mangote B, Commandre M, Melninkaitis A, Mirauskas J, Jeskevic M and Sirutkaitis V "Transient interference implications on the subpicosecond laser damage of multielectrics" *Applied Physics Letters* 97 3 (2010).
- Latour G, Georges G, Siozade L, Deumie C, Conrath J and Hoffart L 2010a "Human graft cornea and laser incisions imaging with micrometer scale resolution full-field optical coherence tomography" *Journal of Biomedical Optics* 15 056006 (2010).
- Latour G, Georges G, Siozade L, Deumie C, Conrath J and Hoffart L 2010b "Light scattering from human corneal grafts: Bulk and surface contribution" *Journal of Applied Physics* 108 053104 (2010).
- Zerrad M, Sorrentini J, Soriano G and Amra C "Gradual loss of polarization in light scattered from rough surfaces: Electromagnetic prediction" *Optics Express* 18 15832-43 (2010).