

Institut Fresnel

UMR 7249

Faits Marquants 2011

Influence de la polarisation sur des reconstructions 3D: Applications à des objets diffractants à structure complexe sub-longueur d'onde

Pour mieux appréhender l'influence de la polarisation en problème inverse de diffraction, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont mis au point une chaîne complète d'imagerie micro-onde.

Celle-ci s'appuie sur un algorithme d'imagerie efficace, qui permet de remonter à des informations quantitatives sub-longueur d'onde sur la cible. Cette technique d'inversion associe une modélisation 3D efficace par fonctions de Green et une méthode de minimisation de type Newton avec une prise en compte explicite du bruit de mesure.

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 des cibles 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.

Une analyse fine des reconstructions obtenues a ainsi permis de comprendre les contributions des différentes polarisations et éliminer les moins pertinentes.

Site Web :

<http://www.fresnel.fr>

Contacts :

C. Eyraud, christelle.eyraud@fresnel.fr

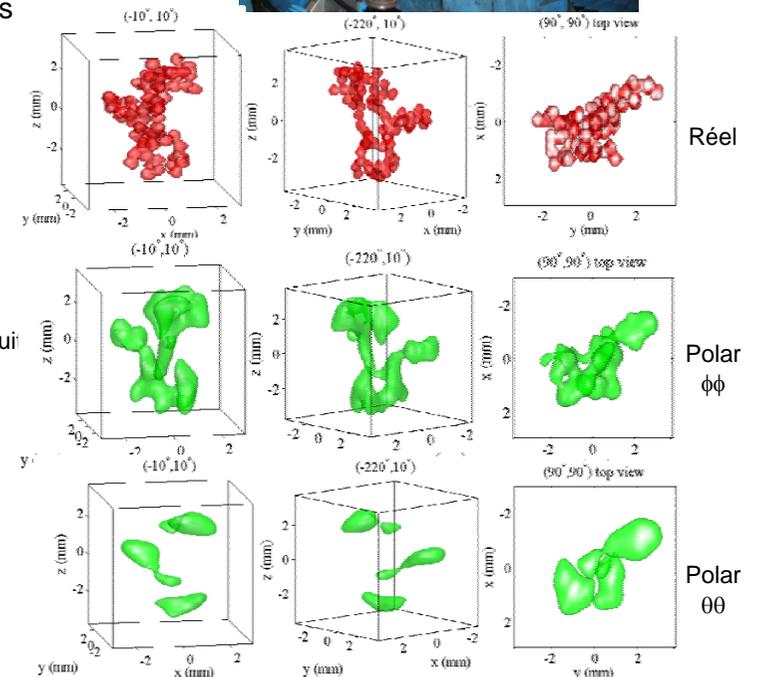
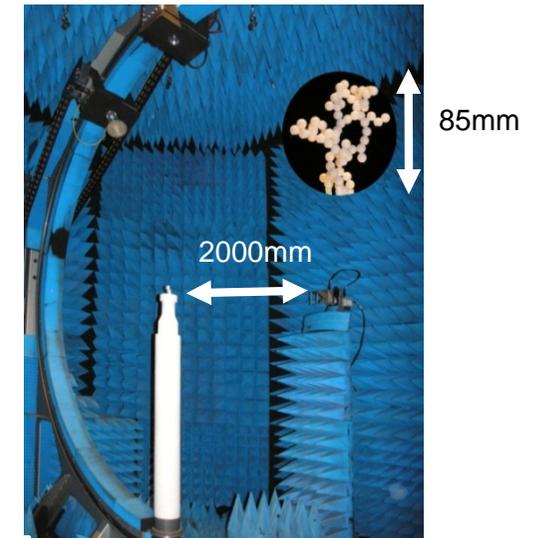
J.-M. Geffrin, jean-michel.geffrin@fresnel.fr

R. Vaillon, rodolphe.vaillon@insa-lyon.fr

Publications :

C. Eyraud et al., IEEE Trans Antenna & Propagation, 59(4), 2011

R. Vaillon et al., JQSRT, 112, 2011



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

Techniques rapides d'imagerie micro-onde pour le suivi de l'écoulement de l'eau dans le sol

En collaboration avec l'EMMAH, de l'INRA d'Avignon, les chercheurs de l'Institut Fresnel cherchent à démontrer le potentiel d'une approche non destructive par imagerie radiofréquence pour caractériser l'écoulement de l'eau dans le sol.

Une analyse multi-physique a ainsi été explorée:

- la simulation d'un processus de diffusion hydrique dans une colonne de sol a permis d'obtenir des cartes de teneur en eau à différents instants.
- Ces cartes ont ensuite été transformées en valeurs de permittivités et de conductivité, qui sont les grandeurs auxquelles le champ électromagnétique est sensible.
- Une modélisation électromagnétique a finalement conduit aux valeurs de champs diffractés associés qui seraient mesurés en présence d'une telle colonne.
- Des techniques d'inversions rapides, basées sur les algorithmes de type Linear Sampling Method et Music, permettent d'exploiter directement ces matrices de diffraction multistatiques et de remonter à des cartes qualitatives qui reflètent au mieux les changements de la zone sondée au cours du temps.

Site Web :

<http://www.fresnel.fr>

Contacts :

H. Tortel, herve.tortel@fresnel.fr

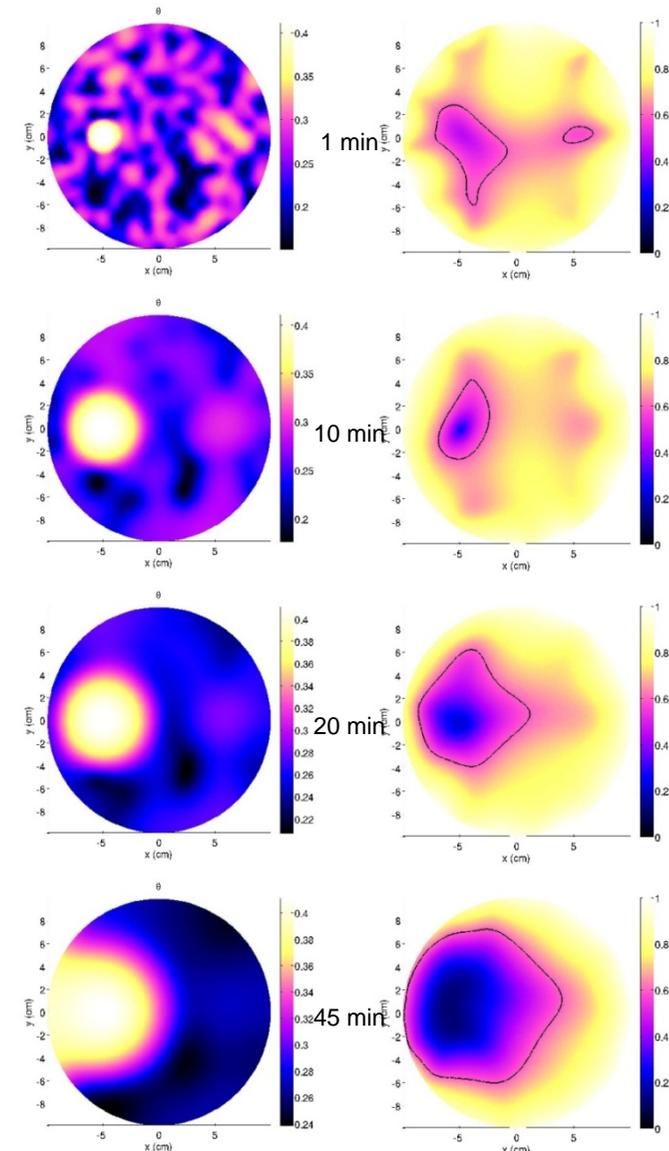
A. Litman, amelie.litman@fresnel.fr

S. Ruy, ruy@avignon.inra.fr

Publications:

X. Zhang et al., IEEE Geosci. Remote Sensing Letters, 8(3), 2011

R. Lencrerot et al., Inverse Problems in Science Eng., 18, 2010



Cartes de teneur en eau

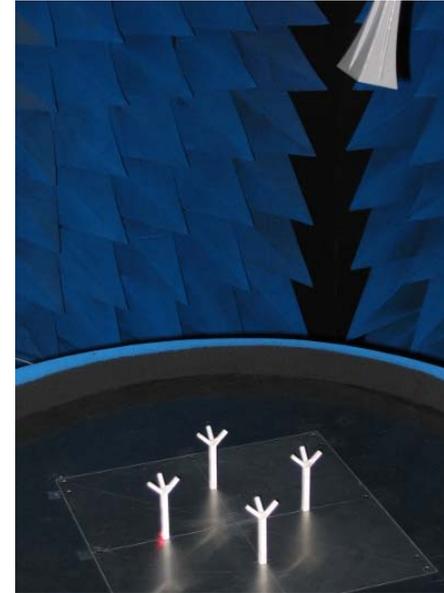
Cartes reconstruites par LSM

Diffraction par des maquettes d'arbres

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 l'Institut Fresnel.

En collaboration avec le L2E, qui a participé à la construction et à la définition de la cible, les chercheurs de l'Institut Fresnel ont mesuré la diffraction par des parallélépipèdes diélectriques posés sur un support métallique. Ces cibles, par changement d'échelle, correspondent à un ou plusieurs arbres aux fréquences VHF, utilisées en télédétection.

Une comparaison mesures/simulation a montré à la fois la validité du protocole de mesure et de l'outil de simulation développé au L2E. Cette étude a également permis de mieux analyser les mécanismes de diffraction multiple.



Site Web :

<http://www.fresnel.fr>

Contacts :

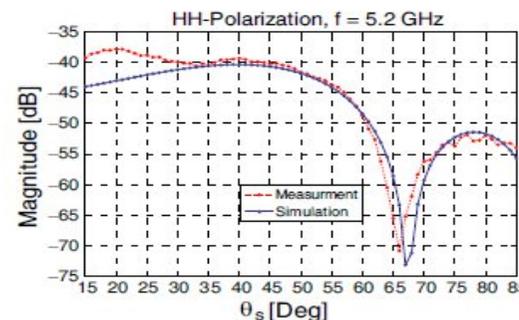
J.-M. Geffrin, jean-michel.geffrin@fresnel.fr

H. Roussel, helene.roussel@upmc.fr

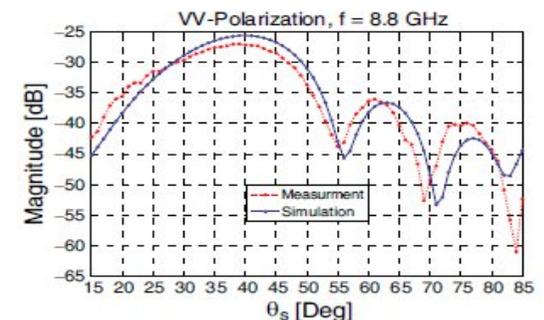
Publications :

S. Bellez et al., PIER B, 33, 2011

J.-M. Geffrin et al, Radio Science, 44, 2009



(a) $f = 5.2$ GHz, HH-polarization



(b) $f = 8.8$ GHz, VV-polarization

Comparaisons mesures/simulation du champ diffracté par un « arbre »

Caractérisation électromagnétiques de matériaux: Etude de la permittivité durant le séchage d'un béton

En collaboration avec l'IFSTTAR (anciennement LCPC de Paris), les chercheurs de l'Institut Fresnel ont mis au point un système de confinement d'échantillons de béton dans un guide d'onde coaxial pour étudier l'évolution au cours du temps de la permittivité diélectrique complexe de ce type de matériau.

Cette étude entre dans un programme qui a pour objectif de mettre au point de nouveaux moyens d'auscultation de zones remplies de béton par des techniques électromagnétiques. L'application première en est le diagnostic des câbles de précontrainte présents dans certains ouvrages d'art. De plus, il est alors possible de caractériser tous les matériaux dérivés chimiques du béton apparaissant au cours du séchage (pâte blanche, eau de ressuage)

La technique utilisée dans ces travaux a été mise au point dans le cadre d'une thèse portant sur la caractérisation de milieux granulaires humides.

En outre, le principe de confinement de matériaux dans un guide coaxial permet d'étudier tous les types de matériaux comme les gels, voire les liquides.

Sites Web :

<http://www.fresnel.fr>, <http://www.epsimu.fr>

Contact :

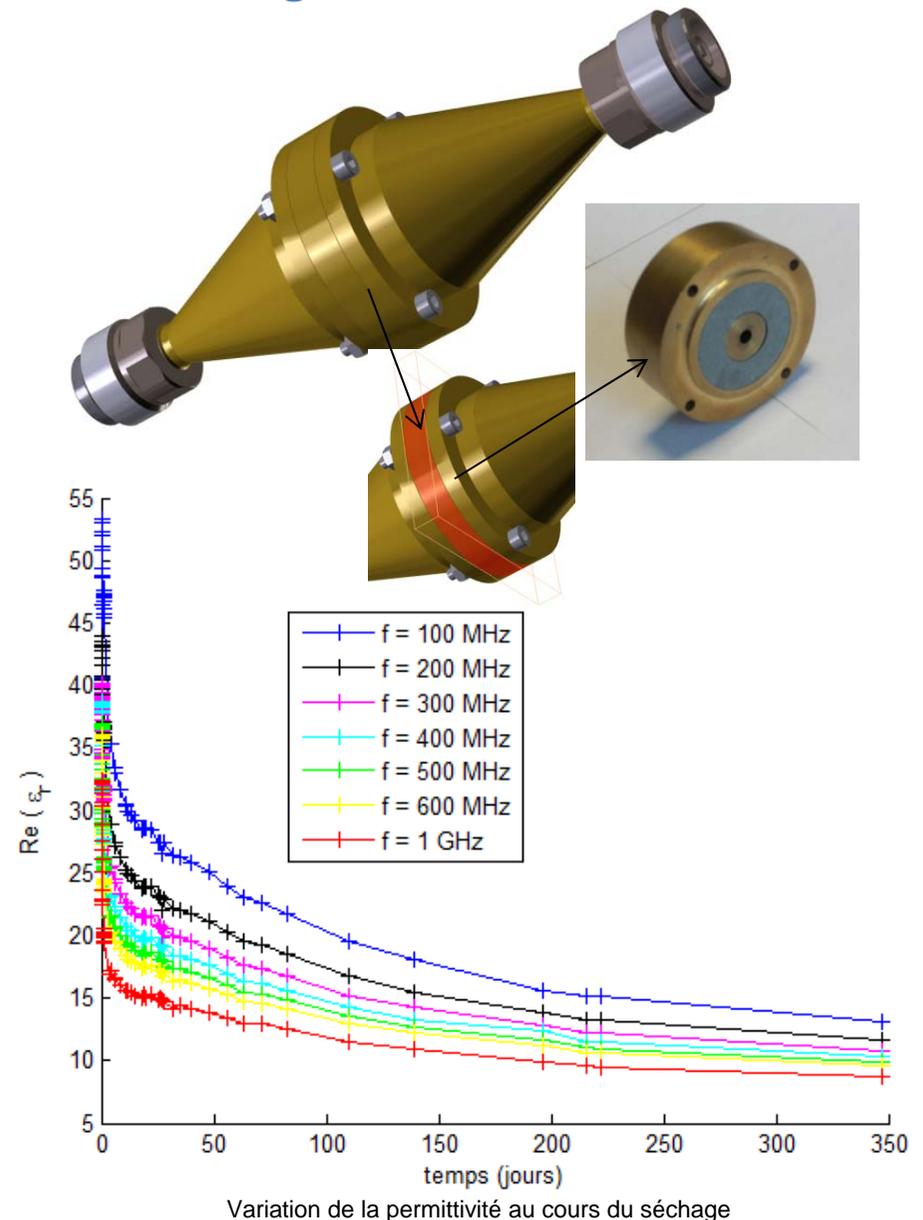
P Sabouroux, pierre.sabouroux@fresnel.fr

Publications :

Thierry Bore, Thèse CNAM, janv. 2011

Doudou Ba, Thèse Université de Provence, déc. 2010

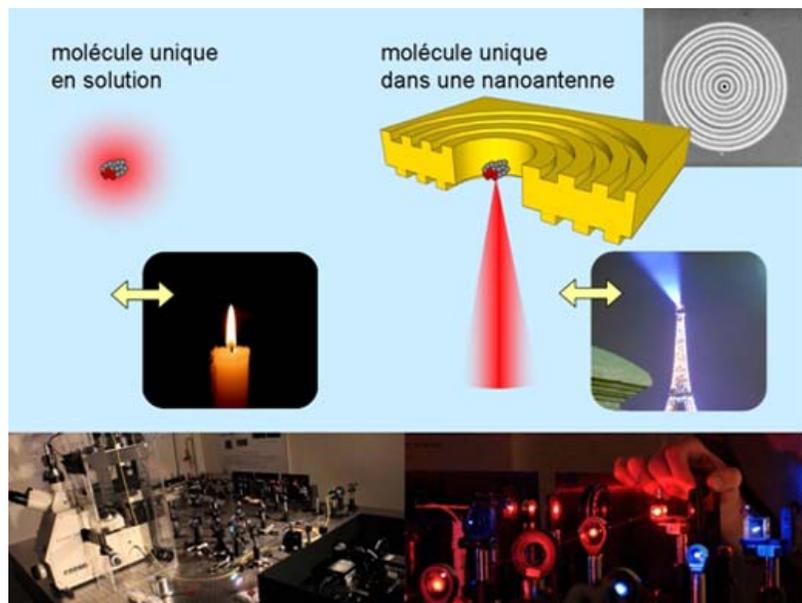
P. Sabouroux and D. Ba, PIER B, Vol. 29, 2011



Variation de la permittivité au cours du séchage

Nano-Phare Moléculaire : transformer une molécule unique en une source lumineuse intense

Pour intensifier et contrôler la lumière émise par une seule molécule, des chercheurs de l'Institut Fresnel (CNRS, Université Aix-Marseille, Ecole Centrale Marseille) et de l'Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires (CNRS, Université de Strasbourg) utilisent des antennes métalliques de dimensions nanométriques. Ces antennes fonctionnent pour la lumière comme les antennes conventionnelles avec les ondes radio. L'intensité lumineuse et la direction d'émission sont contrôlées simultanément à l'échelle d'une molécule unique, ce qui constitue une première mondiale. Les chercheurs utilisent une nanoantenne formée d'une ouverture percée dans un film d'or, l'ouverture étant entourée de corrugations en sillons circulaires. Cette antenne transforme une molécule standard en une source de lumière intense et uni-directionnelle : l'intensité de fluorescence est augmentée de 120 fois, et quasiment toute la lumière est émise dans un cône étroit. Le contrôle simultané de l'intensité et de la directivité permet la détection efficace de molécules uniques avec un microscope de faible complexité. Cette démonstration est une étape importante pour le développement de nouvelles méthodes d'analyse biochimique, les nanosources de lumière et le traitement de l'information quantique.



Images

Schéma : L'émission lumineuse par une molécule s'apparente à une bougie : de faible intensité et dans toutes les directions de l'espace. Avec la nanoantenne proposée ici, l'émission lumineuse est intense et directionnelle.

Contact : J. Wenger : jerome.wenger@fresnel.fr

Références :

- H. Aouani, O. Mahboub, E. Devaux, H. Rigneault, T. W. Ebbesen, and J. Wenger, 'Plasmonic antennas for directional sorting of fluorescence emission', *Nano Lett.* **11**, pp 2400–2406 (2011)

- H. Aouani, O. Mahboub, N. Bonod, E. Devaux, E. Popov, H. Rigneault, T. W. Ebbesen, and J. Wenger, 'Bright unidirectional fluorescence emission of molecules in a nanoaperture with plasmonic corrugations', *Nano Lett.*, **11**, pp 637–644 (2011)

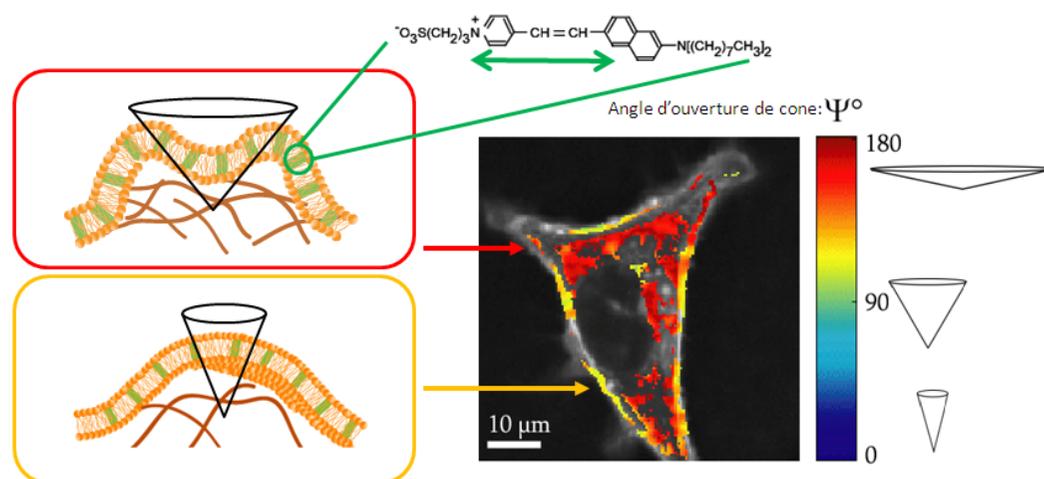
Site Web : <http://www.fresnel.fr/spip/spip.php?rubrique125&lang=en> et <http://jw-photonics-inside.over-blog.org>

Imagerie d'orientation moléculaire dans les membranes cellulaires par fluorescence polarisée

La microscopie d'anisotropie de fluorescence est une technique classique utilisée pour mesurer l'orientation de molécules dans un échantillon, ainsi que le désordre orientationnel qu'elles subissent. Cette information est importante dans la compréhension de nombreux phénomènes en biologie comme la formation d'agrégats organisés de protéines lors d'évènements de signalisation cellulaire, la modification de l'architecture locale de la membrane cellulaire lors de la migration des cellules sur un substrat ou dans un tissu... Alors que l'anisotropie de fluorescence fournit une information locale dans certaines conditions reposant sur des connaissances a priori sur la forme de la membrane par exemple, elle ne permet pas d'imager l'ordre moléculaire de manière générale dans une cellule vivante.

Nous avons développé au laboratoire une technique basée sur un contrôle de la polarisation incidente de la lumière en microscopie de fluorescence, permettant d'accéder à une information complète et quantitative en tout point de l'échantillon, sur la manière dont les molécules sont orientées et désordonnées. Ces expériences reposent sur une microscopie confocale résolue en polarisation, mesurant l'ordre moléculaire quantifié par une ouverture angulaire (figure). Nous avons pu ainsi imager dans une cellule vivante marquée par des sondes fluorescentes lipidiques la désorganisation locale de la membrane cellulaire.

Cette information fournit aujourd'hui une imagerie nouvelle, complémentaire et riche d'information, d'applications potentielles en mécanique cellulaire par exemple.



Marquage de la membrane cellulaire par sonde lipidique fluorescente et modélisation de l'augmentation de l'ordre moléculaire orientationnel lors d'un repliement membranaire local. Image par fluorescence d'une cellule dont la membrane est marquée par cette sonde lipidique. L'image superposée est la mesure quantitative de l'ordre moléculaire. Elle montre un fort ordre moléculaire dans certaines parties tendues de la membrane, et un désordre important (distribution isotrope) dans le milieu cellulaire où des marqueurs ont été internalisés.

Contact :

S. Brasselet, sophie.brasselet@fresnel.fr

P. Ferrand: patrick.ferrand@fresnel.fr

Références : A. Kress, Patrick Ferrand, H. Rigneault, Hai-Tao He, Didier Marguet, S. Brasselet, "Probing MHC Class I Protein and Lipid Order in Cell Membranes by Fluorescence Polarisation-resolved Imaging", *Biophys. J.* 101, pp. 468–476 (2011)

Site Web : www.fresnel.fr et <http://www.fresnel.fr/spip/spip.php?rubrique216&lang=en>

Two-photon fluorescence isotropic-single-objective microscopy

Eric LeMoal, Emeric Mudry, Patrick C. Chaumet, Patrick Ferrand and Anne Sentenac

Institut Fresnel, CNRS, Aix-Marseille Université, Ecole Centrale Marseille, Campus de St. Jérôme, 13 013 Marseille, France

Corresponding author : Received September 14, 2011 ; revised November 18, 2011 ; accepted November 18, 2011 ; posted November 18, 2011 (Doc. ID154613) ; published December 26, 2011

Two-photon excitation provides efficient optical sectioning in three-dimensional fluorescence microscopy, independently of a confocal detection . In two-photon laser-scanning microscopy, the image resolution is governed by the volume of the excitation light spot, which is obtained by focusing the incident laser beam through the objective lens of the microscope. The light spot being strongly elongated along the optical axis, the axial resolution is much lower than the transverse one.

In this Letter we show that it is possible to strongly reduce the axial size of the excitation spot by shaping the incident beam using a mirror in place of a standard glass slide to support the sample. Provided that the contribution of side lobe scan be removed through deconvolution procedures, this approach should allow us to achieve similar axial and lateral resolution.

© 2011 Optical Society of America OCIS Codes : 180.2520,180.4315,180.6900.

Contact : Anne Sentenac - anne.sentenac@fresnel.fr
Patrick Chaumet – patrick.chaumet@fresnel.fr

Références : *Two-photon fluorescence isotropic-single-objective microscopy*, Eric LeMoal, Emeric Mudry, Patrick C. Chaumet, Patrick Ferrand and Anne Sentenac, 2011 Optical Society of America OCIS Codes : 180.2520,180.4315,180.6900., December 26, 2011

Site Web : www.fresnel.fr

DEPOTS DE BREVETS

MOSAIC

Système de spectroscopie à guide d'onde pour l'analyse de particules dans un milieu, J. Wenger, N. Sojic, H. Aouani, F. Deiss, P. Ferrand, H. Rigneault, 04/03/2011, Brevet CNRS FR2949560

CLARTE

Filtre optique a réseaux résonnants insensible a la polarisation accordable en fonction de l'angle d'incidence, A. Monmayrant (LAAS-CNRS), O. Gauthier-Lafaye (LAAS-CNRS), K. Chan-Shin-Yu (LAAS-CNRS), A.-L. Fehrembach (Institut Fresnel), A. Sentenac (Institut Fresnel), P. Arguel (LAAS-CNRS), J. Loesel (CNES), 03 janvier 2011, Brevet CNES, demande d'extension PCT, (INPI n°11/50021)

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

CLARTE

- A.-L. Fehrembach, K. Chan-Shin-Yu, A. Monmayrant, P. Arguel, A. Sentenac, O. Gauthier-Lafaye, « Tunable, polarization independent, narrow-band filtering with one-dimensional crossed resonant gratings », *Optics Letters*, 36, p1662, (2011)
- E. Popov and N. Bonod, « Physics of extraordinary transmission through subwavelength hole arrays » in *Structured Surfaces as Optical Metamaterials*, ed. A. Maradudin (Univ ersity Press, Cambridge, 2011), ch.1
- D. Maystre, A.-L. Fehrembach, and E. Popov, « Plasmonic antiresonance through subwavelength hole arrays, » *J. Op. Soc. Am. A* 28, 342-355 (2011)
- « Structure apte à canaliser une onde élastique se propageant dans une plaque », S. Enoch. M. Farhat, S. Guenneau, A.B. Movchan, déposé le 15 septembre 2010, Brevet CNRS, demande d'extension PCT (Ref 100598 FR, no de dépôt 1003671)
- « Fourth-order cascaded Raman shift in AsSe chalcogenide suspended-core fiber pumped at 2 μm » M. Duhant, W. Renard, G. Canat, T. N. Nguyen, F. Smektala, J. Troles, Q. Coulombier, P. Toupin, L. Brilland, P. Bourdon, and G. Renversez. *Optics Letters*, Vol. 36, Issue 15, pp. 2859-2861 (2011) - <http://dx.doi.org/10.1364/OL.36.002859>

HIPE

- S. Bellez, H. Roussel, C. Dahon, J.-M. Geffrin. "A rigorous forest scattering model validation through comparison with indoor bistatic scattering measurements", *Progress In Electromagnetics Research B*, [33:1-19](#), 2011.
- R. Vaillon, J.-M. Geffrin, C. Eyraud, O. Merchiers, P. Sabouroux, B. Lacroix. "A new implementation of a microwave analog to light scattering measurement device", *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 112(11):1753-1760, 2011.
- P. Sabouroux, D. Ba. "Epsimu, a Tool for Dielectric Properties Measurement of Porous Media : Application in Wet Granular Materials Characterization". *Progress In Electromagnetics Research B*, [29:191-207](#), 2011.
- C. Eyraud, J.-M. Geffrin, A. Litman. "3D-aggregate quantitative imaging : experimental results and polarization effects". *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 59(4):1237-1244, 2011.
- X. Zhang, H. Tortel, S. Ruy, A. Litman. "Microwave Imaging of Soil Water Diffusion Using the Linear Sampling Method". *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 8(3):421-425, 2011.

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

MOSAIC

- G. Baffou, H. Rigneault, « Femtosecond-pulsed optical heating of gold nanoparticles », Phys Rev B 84, 035415 (2011)
- A. Kress, P. Ferrand, H. Rigneault, T. Trombik, H.-T. He, D. Marguet, S. Brasselet, « Probing Orientational Behavior of MHC Class I Protein and Lipid Probes in Cell Membranes by Fluorescence Polarization-Resolved Imaging' », Biophysical Journal 101, 468 – 476)
- E.R. Andresen, P. Berto, H. Rigneault, « Stimulated-Raman scattering microscopy by spectral focussing and fiber-generated soliton as Stokes pulse », Opt Lett 36, 2387-2389 (2011)
- S. Brustlein, P. Berto, R. Hostein, P. Ferrand, C. Billaudeau, D. Marguet, A. Muir, J. Knight, H. Rigneault, « Double-clad hollow core photonic crystal fiber for coherent Raman endoscope », Optics Express 19, 12562 – 12568 (2011)
- H. Aouani, O. Mahboub, E. Devaux, H. Rigneault, T. W. Ebbesen, and J. Wenger, « Plasmonic antennas for directional sorting of fluorescence emission », Nano Lett.11 , pp 2400–2406 (2011)
- H. Aouani, O. Mahboub, N. Bonod, E. Devaux, E. Popov, H. Rigneault, T. W. Ebbesen, and J. Wenger, « Bright unidirectional fluorescence emission of molecules in a nanoaperture with plasmonic corrugations », Nano Lett.,11 , pp 637–644 (2011)

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

SEMO

- S. M. Boffety, M. Allain, A. Sentenac, M. Massonneau and R. Carminati - Cramer-Rao analysis of steady-state and time-domain fluorescence diffuse optical imaging - *Biomedical Optics Express* 2, 1626 (2011).
- F. Nouguier, C.-A. Guérin, G. Soriano - Analytical techniques for the Doppler signature of sea surfaces in the microwave regime-I : linear surfaces - *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing* 49, 4856 (2011).
- F. Nouguier, C.-A. Guérin, G. Soriano - Analytical techniques for the Doppler signature of sea surfaces in the microwave regime-II : nonlinear surfaces - *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing* 49, 4920 (2011).
- J. Sorrentini, M. Zerrad, G. Soriano, C. Amra - Empolarization of light by scattering media - *Optics Express* 19, 21313 (2011).
- P. Godard, G. Carbone, M. Allain, F. Mastropietro, G. Chen, L. Capello, A. Diaz, T. H. Metzger, J. Stangl and V. Chamard, Three-dimensional high-resolution quantitative microscopy of extended crystals - *Nature Communications* 2, 568 (2011).
- M. Saillard and G. Soriano, Rough surface scattering at low-grazing incidence : A dedicated model - *Radio Science* 46, RS0E13 (2011).
- F. Mastropietro, D. Carbone, A. Diaz, J. Eymery, A. Sentenac, T. H. Metzger, V. Chamard and V. Favre-Nicolin, Coherent x-ray wavefront reconstruction of a partially illuminated Fresnel zone plate - *Opt. Express* 19, 19223 (2011).
- P. Godard, M. Allain and V. Chamard, Imaging of highly inhomogeneous strain field in nanocrystals using x-ray Bragg ptychography : A numerical study - *Phys. Rev. B* 84, 144109 (2011).
- P. C. Chaumet, A. Rahmani, F. Zolla, A. Nicolet and K. Belkebir - Optical force on a Discrete Invisibility Cloak in Time-Dependent Fields - *Phys. Rev. A* 84, 033808 (2011).
- E. Le Moal, E. Mudry, P. C. Chaumet, P. Ferrand and A. Sentenac, Isotropic Single Objective (ISO) microscopy : Theory and Experiment - *J. Opt. Soc. Am. A* 28, 1586 (2011).
- A. L. Fehrembach, K. C. S. Yu, A. Monmayrant, P. Arguel, A. Sentenac and O. Gauthier-Lafaye, Tunable, polarization independent, narrow-band filtering with one-dimensional crossed resonant gratings - *Opt. Lett.* 36, 1662 (2011).
- S. Arhab, G. Soriano, K. Belkebir, A. Sentenac and H. Giovannini, Full wave optical profilometry - *J. Opt. Soc. Am. A* 28, 576 (2011).
- P. C. Chaumet, K. Belkebir and A. Rahmani -Discrete dipole approximation for time-domain computation of optical forces on magnetodielectric scatterers - *Opt.Express.* 19, 2466 (2011).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE NOTRE UNITE

PHYTI

- " Cramer-Rao Lower Bound Analysis of Vegetation Height Estimation With Random Volume Over Ground Model and Polarimetric SAR Interferometry " - Antoine Roueff, Aurélien Arnaubec, Pascale Dubois-Fernandes, Philippe Réfrégier in IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters , Vol. 8 , Issue 6 , (2011), pp. 1115-1119
- " The San Andreas Fault revisited through seismic-noise and surface-wave tomography " - Philippe Roux, Marc Wathelet, Antoine Roueff - in Geophysical Research Letters , Vol. 38 , Issue L13319 , (2011)
- " Three-dimensional high-resolution quantitative microscopy of extended crystals " - P. Godard, G. Carbone, M. Allain, F. Mastropietro, G. Chen, L. Capello, A. Diaz, T.H. Metzger, J. Stangl, V. Chamard in Nature Communications , Vol. 2 , Issue 568 , (2011)
- " Imaging of highly inhomogeneous strain field in nanocrystals using x-ray Bragg ptychography: A numerical study " - Pierre Godard, Marc Allain, Virginie Chamard in Physical Review B , Vol. 84 , Issue 14 , (2011)
- " Cramer-Rao analysis of steady-state and time-domain fluorescence diffuse optical imaging " - M. Boffety, M. Allain, A. Sentenac, M. Massonneau, R. Carminati in Biomedical Optics Express , Vol. 2 , Issue 6 , (2011), pp. 1626-1636
- " Precision analysis in polarization-resolved second harmonic generation microscopy " - Philippe Réfrégier, Muriel Roche, Sophie Brasselet in Optics Letters , Vol. 36 , Issue 11 , (2011), pp. 2149-2151
- " Multi-initialisation segmentation with non-parametric minimum description length snake " - Nicolas Bertaux, Frédéric Galland, Philippe Réfrégier in Electronics Letters , Vol. 47 , Issue 10 , (2011), pp. 594-595
- " Smooth contour coding with minimal description length active grid segmentation techniques " - Frédéric Galland, Arnaud Jaegler, Marc Allain, Davis Savéry, Philippe Réfrégier in Pattern Recognition Letters , Vol. 32 , Issue 5 , (2011), pp. 721-730

RCMO

- Cesaire Ndiaye, [*Fabien Lemarchand*], Myriam Zerrad, Dominique Ausserré, and Claude Amra, « Optimal design for 100% absorption and maximum field enhancement in thin-film multilayers at resonances under total reflection », Appl. Opt. 50, C382-C387 (2011)
- Myriam Zerrad and [*Michel Lequime*], « Instantaneous spatially resolved acquisition of polarimetric and angular scattering properties in optical coatings », Appl. Opt. 50, C217-C221 (2011)

NOS EQUIPEMENTS REMARQUABLES

- Chambre Anéchoïque
- Plateforme endommagement laser, couches minces, diffusion lumineuse (Salle blanche)
- Sondage optique de dynamique et de l'organisation du vivant (biophotonique)
- Technologie de dépôt filtres interférentiels sous vide (double pulvérisation ionique)
- Scanners hyperfréquences
- Microscopie photothermie