

# FAITS MARQUANTS 2015



INSTITUT  
FRESNEL

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

[www.fresnel.fr](http://www.fresnel.fr)

# Three dimensional nanometre localization of nanoparticles to enhance super-resolution microscopy

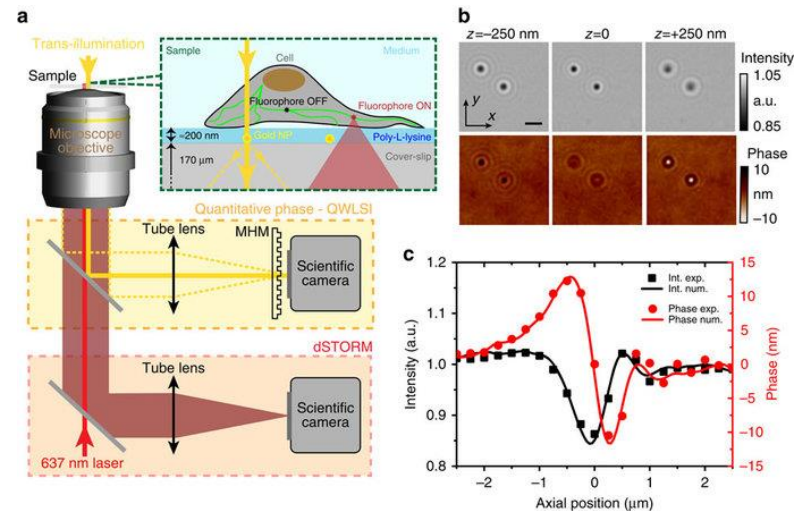
Meeting the nanometre resolution promised by super-resolution microscopy techniques (pointillist: PALM, STORM, scanning: STED) requires stabilizing the sample drifts in real time during the whole acquisition process. Metal nanoparticles are excellent probes to track the lateral drifts as they provide crisp and photostable information. However, achieving nanometre axial super-localization is still a major challenge, as diffraction imposes large depths-of-fields. Here we demonstrate fast full three-dimensional nanometre super-localization of gold nanoparticles through simultaneous intensity and phase imaging with a wavefront-sensing camera based on quadriwave lateral shearing interferometry. We show how to combine the intensity and phase information to provide the key to the third axial dimension. Presently, we demonstrate even in the occurrence of large three-dimensional fluctuations of several microns, unprecedented sub-nanometre localization accuracies down to 0.7 nm in lateral and 2.7 nm in axial directions at 50 frames per second. We demonstrate that nanoscale stabilization greatly enhances the image quality and resolution in direct stochastic optical reconstruction microscopy imaging.

**References:** Pierre Bon, Nicolas Bourg, Sandrine Lécart, Serge Monneret, Emmanuel Fort, Jérôme Wenger and Sandrine Lévêque-Fort

Nature Communications 6, Article number: 7764 (2015)

doi:10.1038/ncomms8764

<http://www.nature.com/articles/ncomms8764>



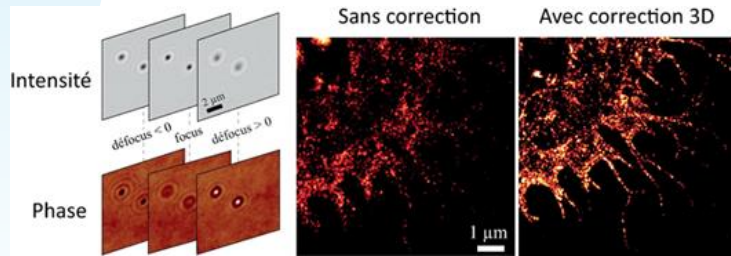
**Figures: Quantitative intensity and phase imaging to localize nanoparticles**

(a) Schematic of the optical set-up and sample. The microscope port highlighted in yellow is dedicated to intensity and phase imaging of nanoparticles in transillumination using the microscope lamp, with MHM the acronym for Modified Hartman Mask. The port highlighted in red corresponds to dSTORM imaging. (b) Intensity and phase images of two 100 nm gold nanoparticles, in-focus ( $z=0$ ) or slightly defocused ( $z=\pm 250$  nm). Note the contrast inversion in the phase images on defocusing and the weak variations of the intensity signal. The scale bar, 2 μm. (c) Intensity (black squares) and phase (red dots) response of a single 100 nm gold nanoparticle recorded versus the mechanical sample displacement. Lines are the results of the numerical propagation computed using the  $z=0$  plane data only; they are not numerical fits to the experimental data.

**Contacts chercheurs :**

Jérôme Wenger et Serge Monneret, équipe MOSAIC

# Localisation ultra-précise de nanoparticules pour améliorer la résolution des microscopes



**Figure :** Images d'intensité et de phase de deux nanoparticules d'or de 100 nanomètres de diamètre (à gauche) \_ Images super-résolues de cellules sans et avec correction par la technique (au milieu et à droite)

Des chercheurs de l'Institut Fresnel (CNRS/AMU/ECM), de l'Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay (CNRS/Univ. Paris-Sud) et du Laboratoire Photonique Numérique et Nanosciences (CNRS/Université de Bordeaux/Institut d'Optique Graduate School) proposent une approche nouvelle basée sur la localisation ultra-précise de nanoparticules d'or. Les particules d'or fixées sur le même substrat que l'échantillon, servent de repères pour quantifier sa dérive. En combinant, pour la première fois, des informations sur l'intensité et sur la phase<sup>3</sup> de la lumière qui interagit avec les nanoparticules, les chercheurs ont pu ainsi déterminer leurs positions, à l'échelle du nanomètre, dans les 3 dimensions de l'espace. Cela permet ensuite de corriger la dérive de l'échantillon et de revenir à la meilleure mise au point. En améliorant la résolution des images, cette méthode ouvre une nouvelle voie pour dépasser les limites des microscopes et atteindre l'imagerie à l'échelle des molécules. Cette technique très simple à mettre en œuvre est adaptable à tout type de microscope optique et fait aujourd'hui l'objet d'un dépôt de brevet.

**Références :** P. Bon, N. Bourg, S. Lécart, S. Monneret, E. Fort, J. Wenger, S. Lévêque-Fort ; « *Three dimensional nanometer localization of nanoparticles to enhance super-resolution microscopy* »

Nature Communications du 27 juillet 2015

<http://www.nature.com/articles/ncomms8764>

## Contacts chercheurs :

Jérôme Wenger - Institut Fresnel, Pierre Bon - LP2N

et Sandrine Lévêque-Fort - ISMO

# Première mondiale pour mesurer la transmission spectrale de filtres interférentiels

Des chercheurs de l'Institut Fresnel sont parvenus à développer un nouvel instrument ultra-sensible pour la mesure de la transmission spectrale de ces filtres optiques interférentiels.

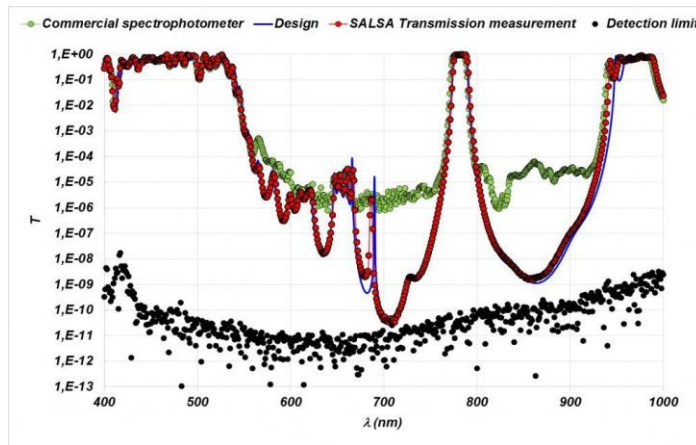


Figure 1: First broadband transmission measurement down to OD 12

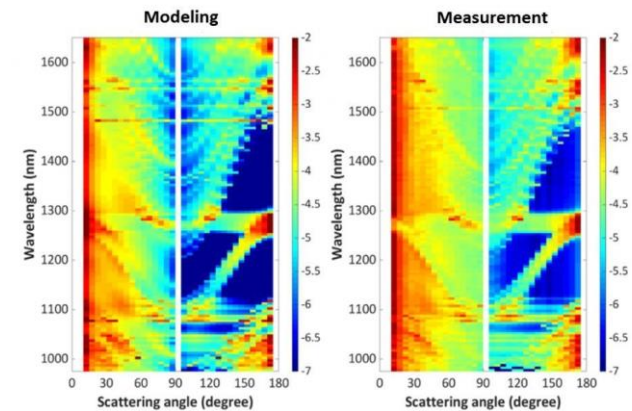


Figure 2: Measurement of spectrally and angularly resolved scattering function for a complex optical filter (>100 layers) compared to modeling. The color scale is logarithmic.

**Références :** M. Lequime, S Liukaityte, M. Zerrad, C. Amra ; “Ultra-wide-range measurements of thin-film filter optical density over the visible and near-infrared spectrum” Opt. Express 23, 26863-26878 (2015)

Selected by Advanced in Engineering as a Key Scientific Article.

Voir tous les [détails sur le site internet de l'INSIS \(CNRS\)](#)

**Contacts chercheurs :**

Myriam Zerrad et Michel Lequime, équipe CONCEPT