

## Dépasser les limites de l'optique classique pour développer des composants optiques aux propriétés améliorées

**Paul CHEVALIER**

Thèse soutenue le 27 novembre 2015  
Ecole doctorale : ED 447 (EDX) - Polytechnique - X Palaiseau

### Titre de la thèse

### Hyperfocalisation de la lumière par structuration sub-longueur d'onde

### Encadrement

Département Optique Théorique et Appliquée (DOTA)

Encadrant : Patrick Bouchon - ONERA

Directeurs de thèse : Fabrice Pardo - Laboratoire de Photonique et de Nanostructures  
Riad Haïdar – ONERA



### Devenir professionnel

Paul Chevalier est post-doctorant à l'Université Harvard à Cambridge (Massachusetts, USA).

**Contact** : riad.haidar@onera.fr

## Hyperfocalisation de la lumière par structuration sub-longueur d'onde

**Paul  
CHEVALIER**

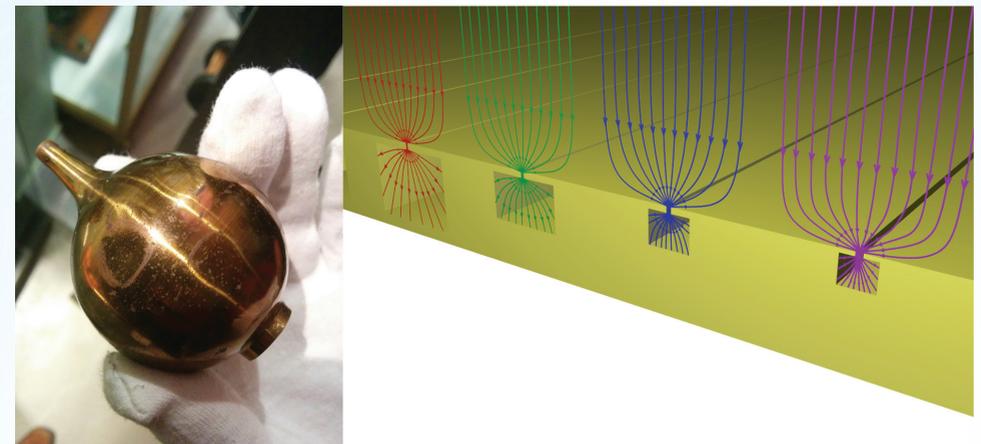
### Résumé

La concentration de la lumière à l'aide de dispositifs de focalisation utilisant des ondes propagatives est classiquement limitée par diffraction à des volumes comparables au cube de la longueur d'onde. Pour dépasser cette limite, il est nécessaire de réaliser une ingénierie des ondes évanescentes à l'aide de nano-antennes permettant ainsi l'hyperfocalisation de la lumière.

Dans un premier temps, les mécanismes de redirection et de captation de la lumière dans des nano-antennes ont été étudiés théoriquement et expérimentalement, ce qui a permis de déterminer leur comportement individuel (en développant la notion de section efficace) et collectif (en étudiant l'effet du désordre et de la périodicité).

Un nouveau concept de nano-antenne inspiré du résonateur de Helmholtz acoustique, dont les principales propriétés sont une résonance unique (sans harmoniques, contrairement aux résonateurs électromagnétiques habituels) et l'exaltation extrême du champ électrique (jusqu'à deux ordres de grandeur au-delà des structures existantes) a ensuite été proposé.

Ce résonateur a été fabriqué et caractérisé expérimentalement, puis a été appliqué à de la spectroscopie de l'octadecanethiol (ODT). Enfin, sur la base du résonateur de Helmholtz, d'autres géométries adaptées au filtrage spectral, à l'exaltation électrique large-bande ou enfin à la photo-détection ont été étudiées.



(à gauche) Résonateur de Helmholtz acoustique sélectionnant une longueur d'onde unique.  
(à droite) Assemblage de résonateurs de Helmholtz optiques (inspirés du résonateur acoustique) réalisant une hyperconcentration de la lumière à différentes longueurs d'onde