

Refocalisation aux fréquences optiques dans une lentille à cristal photonique avec adaptation d'impédance

Geoffroy Scherrer¹, Maxence Hofman², Wojciech Smigaj³,

Benoit Cluzel¹, Olivier Vanbésien², Boris Gralak³ et Frédérique de Fornel¹

¹Groupe d'optique de champ proche – Université de Bourgogne.

²IEMN – Université des Sciences et Technologies de Lille.

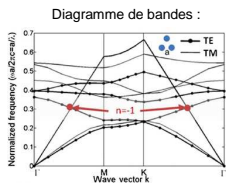
³Institut Fresnel – Université Aix-Marseille III.

Geoffroy.Scherrer@u-bourgogne.fr

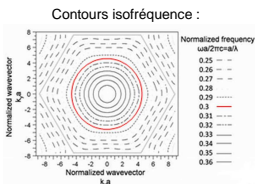
Focalisation et Adressage en Nanophotonique Intégrée (ANR FANI)

Notre travail concerne l'étude du phénomène de refocalisation lumineuse par un métamatériau à indice de réfraction négatif, autrement appelé superlentille [1,2]. Pour fabriquer une telle lentille aux fréquences optiques, nous avons choisi une approche tout diélectrique avec un cristal photonique deux dimensions air / semi-conducteur, à maille triangulaire, présentant un indice effectif de réfraction $n = -1$ à la longueur d'onde $\lambda = 1550 \text{ nm}$. Nos précédents travaux ont clairement mis en évidence, par une mesure directe en champ proche optique, le phénomène de refocalisation d'une source sub-longueur d'onde [3]. Pour obtenir un meilleur niveau de transmission du signal lumineux au travers de la lentille, une adaptation d'impédance a été réalisée, consistant en une modification appropriée des interfaces entrée et sortie de la lentille [4]. Nous présentons les derniers résultats obtenus sur ce point précis.

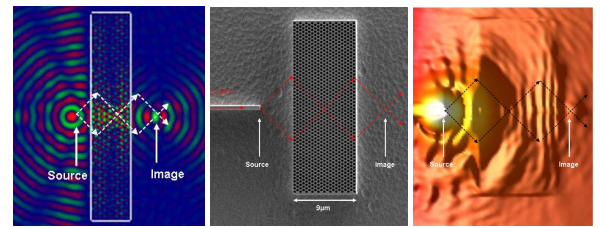
Démonstration de la refocalisation aux fréquences optiques



- Cristal photonique 2D : air / semiconducteur (InGaAsP)
- Maille triangulaire
- Période des trous d'air : 476 nm
- Diamètre des trous d'air : 350 nm
- Régime de réfraction négative, $n = -1$ à $\lambda = 1550 \text{ nm}$



- Résolution latérale obtenue pour la tache image : $0.8 \lambda_0$
- Niveau de transmission lumineuse entre la source et l'image : 0.01 %

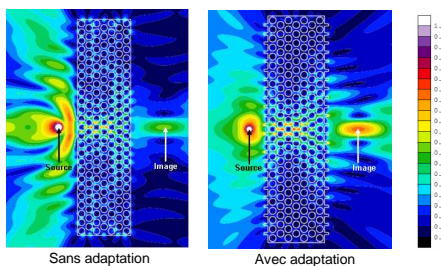
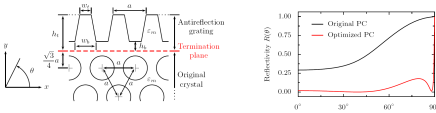


Phys. Rev. Lett. 101, 073901 (2008)

Lentille à cristal photonique avec adaptation d'impédance

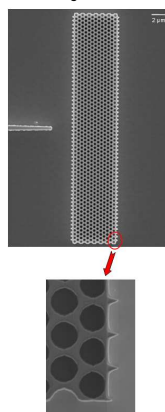
Simulation en méthode différentielle :

Exemple : Adaptation d'impédance de type trapézoïdale :



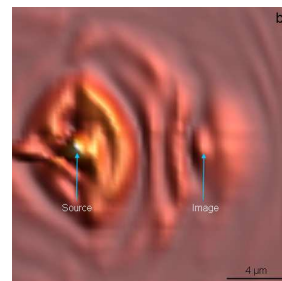
Fabrication des lentilles :

Images MEB :

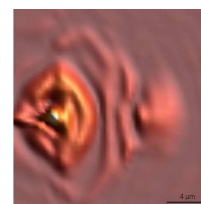


→ Adaptation d'impédance de type triangulaire

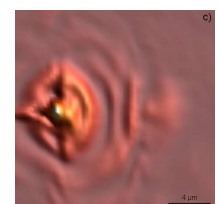
Mesures en champ proche optique ($\lambda = 1530 \text{ nm}$) :



Lentille avec adaptation de type b)



Lentille avec adaptation de type a)



Lentille avec adaptation de type c)

Lentille avec type d'adaptation :	Paramètres d'adaptation : base, hauteur	Transmission mesurée source – image :
a)	200 nm, 223 nm	15 %
b)	200 nm, 250 nm	20 %
c)	240 nm, 267 nm	9 %

Conclusion : Transmission lumineuse maximale mesurée entre la source et l'image : 20 %

Références :

- [1] V. G. Veselago, Sov. Phys. Usp. **10**, 509 (1968).
- [2] J. B. Pendry, Phys. Rev. Lett. **85**, 3966 (2000).
- [3] N. Fabre, L. Lalouat, B. Cluzel, X. Mélique, D. Lippens, F. de Fornel, and O. Vanbésien, Phys. Rev. Lett. **101** 73901 (2008).
- [4] W. Smigaj, B. Gralak, R. Pierre, and G. Tayeb, « Antireflection gratings for photonic-crystal flat lens », considered for publication in Optics Letters.