

Les métamatériaux: des microondes au domaine visible?

Daniel Maystre, S. Enoch, B. Gralak and G. Tayeb

Institut Fresnel
Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme (case 161)
Avenue Escadrille Normandie-Niemen
F13 397 Marseille Cedex 20 (France)

Au cours des dernières années, de nombreux travaux théoriques et expérimentaux ont montré que les métamatériaux, structures métallo-diélectriques périodiques, pouvaient simuler des matériaux homogènes qu'on ne peut trouver dans la nature, par exemple des matériaux de permittivité, perméabilité et indice optique négatifs [1-4]. Toutefois, les réalisations expérimentales se sont limitées au domaine microonde. L'extension des fascinantes propriétés des métamatériaux main gauche au cas de l'infrarouge et du visible pose de sérieux problèmes, compte tenu des pertes des métaux dans ces domaines spectraux. Pourtant, les formidables applications potentielles des matériaux main gauche dans le visible et l'infrarouge, par exemple la lentille (presque...) parfaite, ou le piège à photons, stimulent la recherche dans ce domaine. L'exposé s'efforcera de situer les enjeux de la recherche et d'envisager des solutions à la question posée par l'extension de ces structures au domaine visible. En particulier, nous essaierons de répondre à une question cruciale: les cristaux photoniques purement diélectriques, qui ne souffrent pas des défauts des métaux dans le visible et qui engendrent eux aussi les phénomènes d'ultraréfraction et de refraction négative [5,6], peuvent ils être classés parmi les métamatériaux main gauche ?

References

1. V.G. Veselago, "The electrodynamics of substances with simultaneously negative value of ϵ and μ ," Sov. Phys. Usp. **10**, 509-514 (1968).
2. J.B. Pendry, "Negative refraction makes a perfect lens," Phys. Rev. Lett. **86**, 3966-3969 (2000)
3. D. Maystre and S. Enoch, "Perfect lenses made with left-handed materials : Alice's mirror ?", Journal of the Optical Society of America A **21**, 122-131 (2004).
4. R.A. Shelby, D.R. Smith and S. Schultz, "Experimental verification of a negative index of refraction," Science **292**, 77-79 (2001).
5. S. Enoch, G. Tayeb, D. Maystre, "Numerical evidence of ultrarefractive optics in photonic crystals", Optics Comm. **161**, 171-176 (1999)
6. B. Gralak, S. Enoch, and G. Tayeb, "Anomalous refractive properties of photonic crystals," J. Opt. Soc. Am. A **17**, 1012-1020 (2000).