



Métamatériaux à gradient d'indice pour les antennes-lentilles

A. Dhouibi¹, S. N. Burokur^{2,3}, A. de Lustrac^{2,3}, Alain Priou¹

¹ LEME, Univ. Paris Ouest, EA 4416, Ville d'Avray, F-92410, a.dhouibi@u-paris10.fr

² IEF, Univ. Paris-Sud, UMR 8622 ; CNRS, Orsay, F-91405

³ Univ. Paris Ouest, EA 4416, Ville d'Avray, F-92410



Contexte

Mise en œuvre de métamatériaux pour la réalisation des lentilles à gradient d'indice focalisantes pour des applications antennaires en bande X.

- ➔ Choix des métamatériaux susceptibles d'être utilisés en technologie planaire pour la réalisation des gradients d'indices de réfraction.
- ➔ Conception et optimisation des lentilles à gradient d'indice fonctionnant selon le principe de Lüneburg avec des métamatériaux.
- ➔ Aborder les moyens d'intégration des lentilles à métamatériaux dans les terminaux radio et association source+lentille.



Contenu

- Métamatériaux à gradient d'indice
 1. Choix des meta-atomes adaptés à la technologie planaire
- Antennes à métamatériaux : Principe de Lüneburg
 1. Lentille de Lüneburg planaire.
 2. Lentille Half Maxwell Fish Eye planaire.
- Conclusions



lentille de Lüneburg

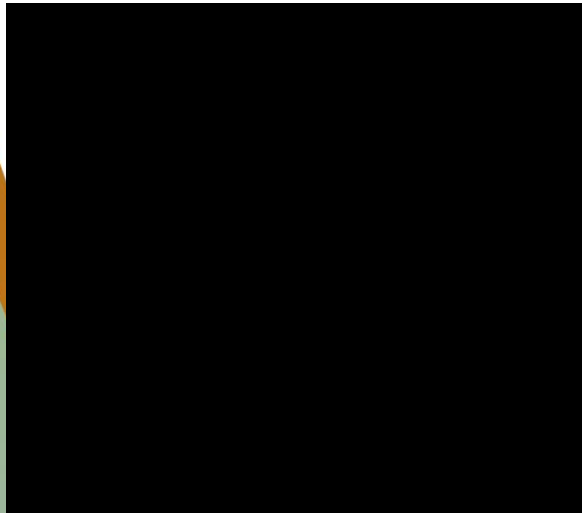
Variation de l'indice de réfraction:

$$n(r) = \sqrt{2 - \left(\frac{r}{R}\right)^2}$$

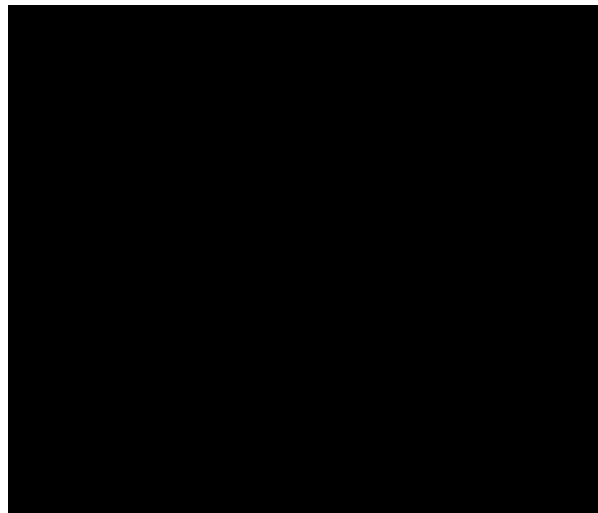
lentille Half Maxwell Fish Eye, HMFE

Variation de l'indice de réfraction:

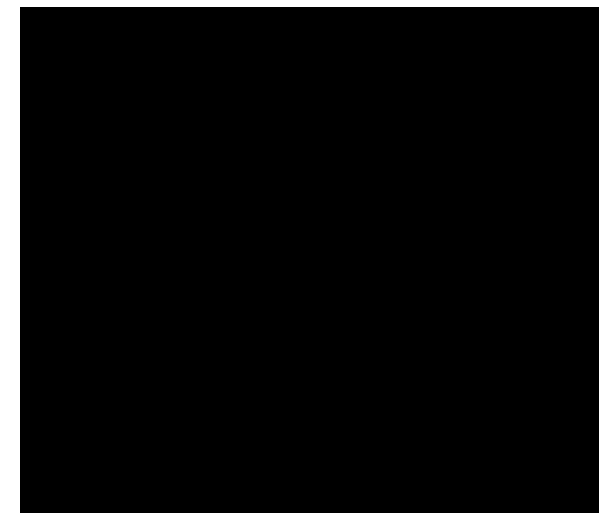
$$n(r) = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2}$$



Lentille de Lüneburg



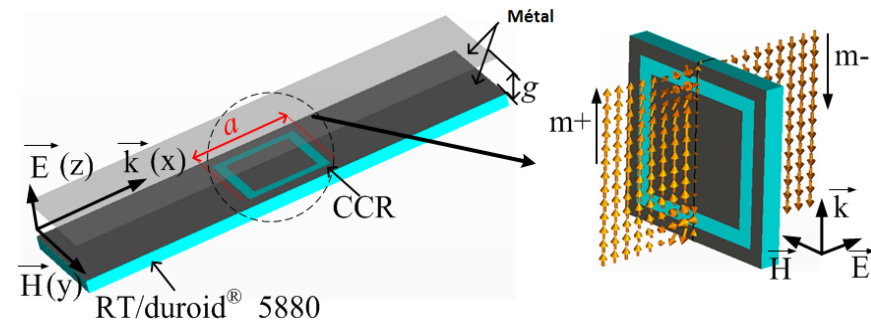
Lentille MFE



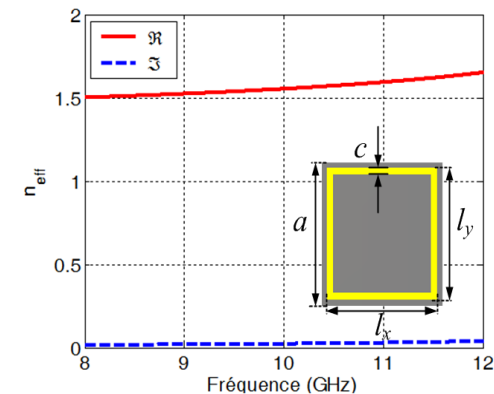
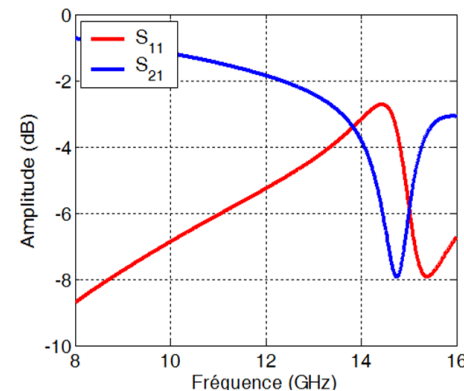
Lentille HMFE

Méta-atome adapté en configuration planaire

- Utilisation de matériaux à réponse purement électrique ou purement magnétique.
- Le « CCR », Complementary Closed Ring Resonator, est un résonateur magnétique simple à réaliser.



➔ Assurer une valeur constante de l'indice de réfraction dans la bande de fonctionnement de l'antenne.

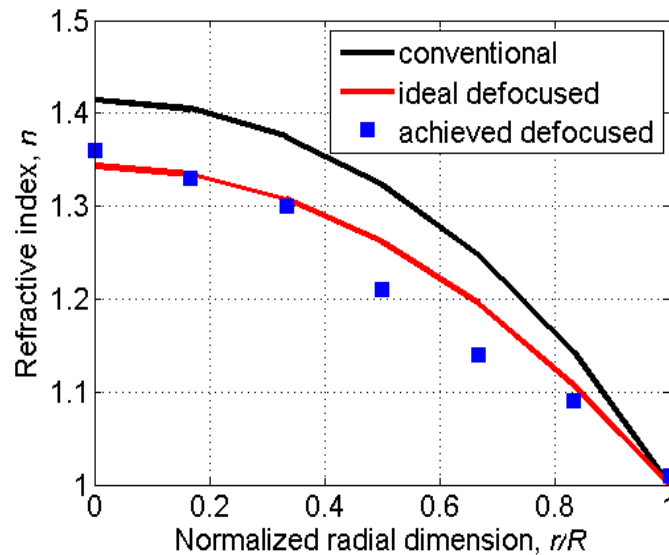


$$l_x = l_y = 3,3 \text{ mm}, a = 3,6 \text{ mm et } c = 0,3 \text{ mm}$$



Lentille de Luneburg planeaire à base de métamatériaux

L'association d'une source planeaire avec les métamatériaux intégrés dans le guide d'onde TEM implique la défocalisation de la lentille de Luneburg. Le centre de phase de la source qui excite la structure ne se situe pas à la périphérie de la lentille.



Défocalisation de la lentille et modification du gradient conventionnel

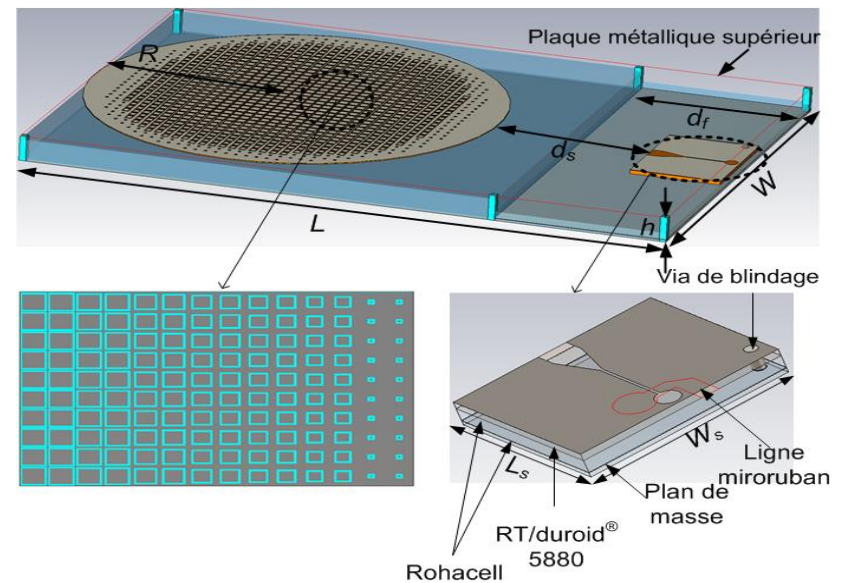
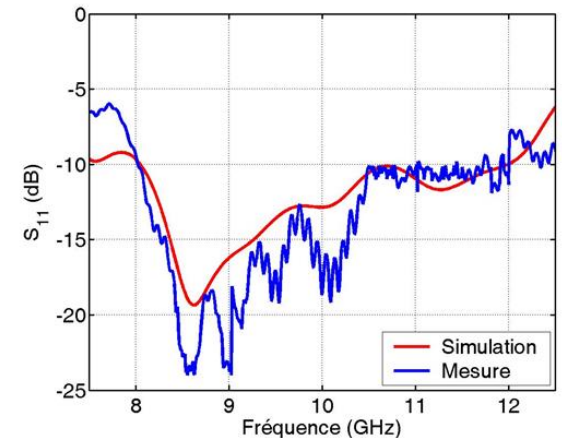


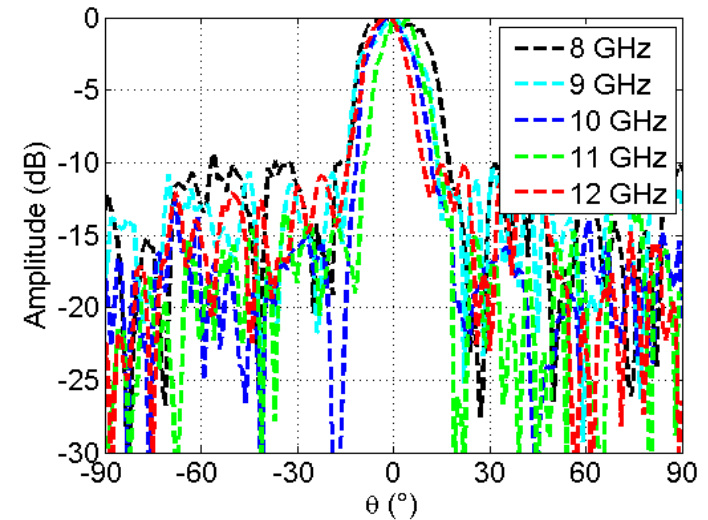
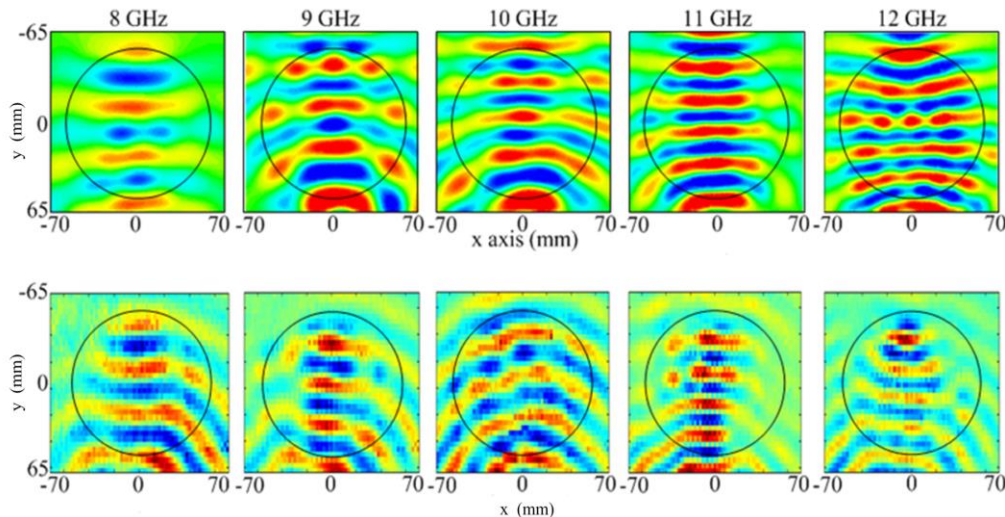
Schéma de la réalisation d'une antenne-lentille de Luneburg à base de métamatériaux [1].

Lentille de Luneburg planeaire à base de métamatériaux (2)

- Transformation des ondes cylindriques en ondes quasi-planes sur le côté opposé de la lentille.
- Peu de réflexions internes.



adaptation à l'entrée de l'antenne



Distribution du champ électrique à la surface de la lentille et diagrammes de rayonnement en champs lointains.

Lentille HMFE planaire à base de métamatériaux

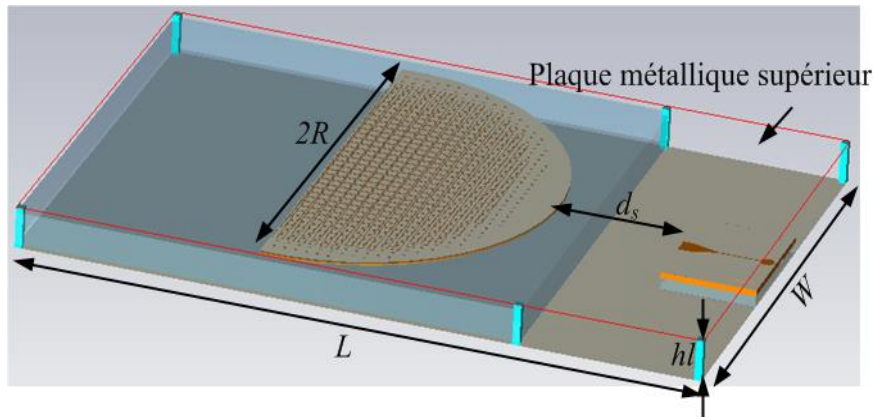
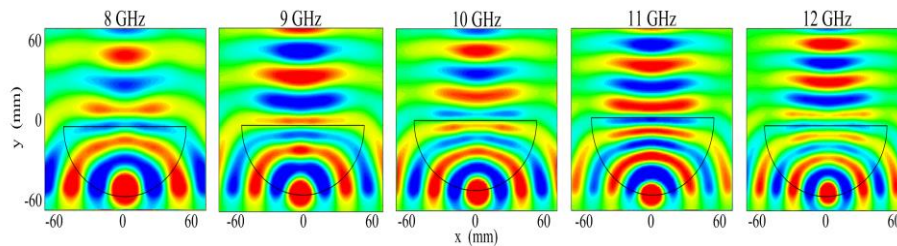
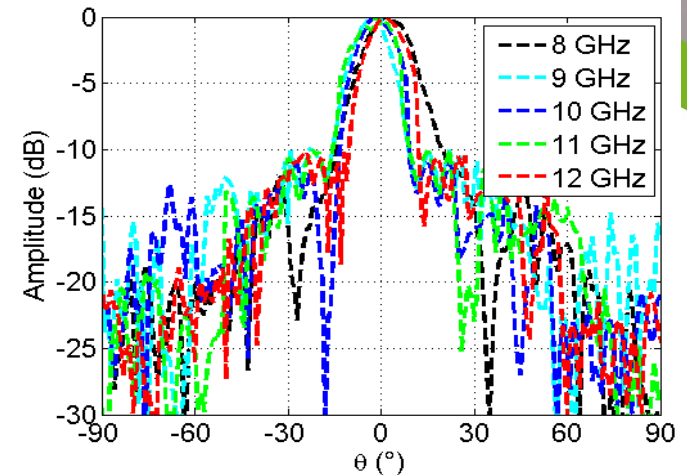


Schéma de la réalisation d'une antenne-lentille de HMFE à base de métamatériaux [2].



Distribution du champ électrique à la surface de la lentille



et diagrammes de rayonnement en champs lointains de la lentille HMFE.

Comme précédemment, Les ondes sphériques se transforment en ondes quasi-planes sur le côté opposé de la lentille.



Conclusions

- Conception de métamatériaux large bande (toute la bande X) pour la réalisation des antennes lentilles focalisantes.
- mise en œuvre de deux antennes-lentilles planaires fonctionnant sur la bande 8 GHz – 12 GHz.
- Nous avons abordé la complexité d'intégrer une source large bande.
- Mesures (diagramme de rayonnement et cartographie) montrent un rayonnement directif dans le plan H et une transformation des ondes cylindriques en ondes quasi-planes.
- Les antennes conçues peuvent être facilement intégrées dans les systèmes de communication RF due à leur profil plat.