

# Métasurface reconfigurable pour l'estimation de la direction d'arrivée

N. Meftah<sup>1</sup>, B. Ratni<sup>1</sup>, M. N. El Korso<sup>2</sup>, S. N. Burokur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LEME, UPL, Univ Paris Nanterre, F92410 Ville d'Avray, France

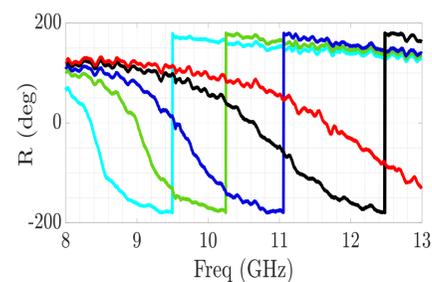
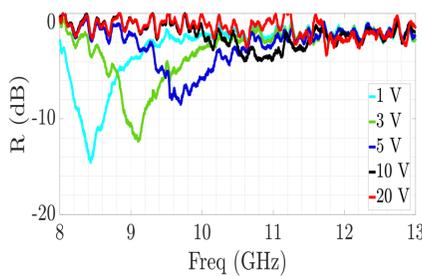
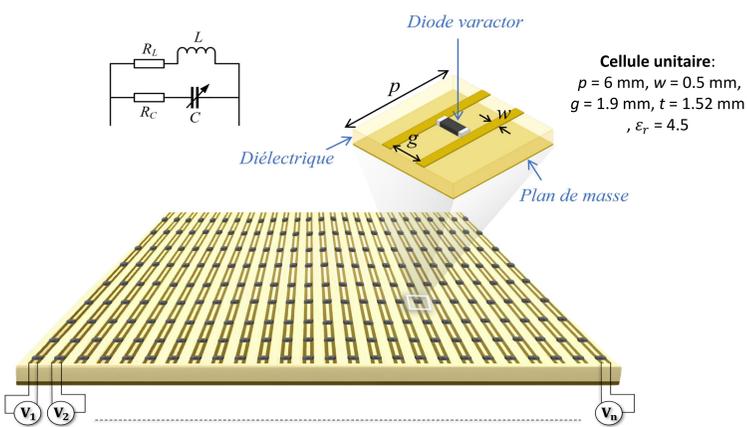
<sup>2</sup>Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Laboratoire des signaux et systèmes, 91192 Gif-sur-Yvette, France

nr.meftah@parisnanterre.fr

## Introduction

Dans le domaine des télécommunications et des systèmes de radar, la précision et l'efficacité de la détection et de la localisation des signaux sont primordiales. Une composante cruciale de ces technologies est l'estimation de la direction d'arrivée (DOA) des signaux. La DOA fait référence à la détermination de la direction à partir de laquelle un signal qui se propage atteint un récepteur. Ici, on propose un dispositif basé sur une métasurface reconfigurable pour estimer la direction d'arrivée d'une onde électromagnétique. La métasurface est utilisée comme un réflecteur où une série de profils de phase cylindro-parabolique distincts est appliquée à la métasurface pour faire un balayage de pointage à la recherche de la direction de la puissance maximale incidente.

## Métasurface reconfigurable



Métasurface reconfigurable électroniquement, composée de 30x30 cellules unitaires actives. En modifiant la tension continue à polarisation inversée appliquée à la diode varactor, la capacité varie, permettant ainsi de contrôler les réponses électromagnétiques en réflexion de la cellule.

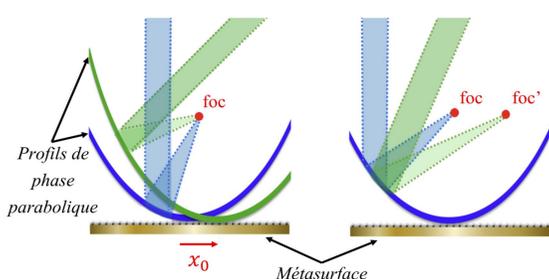
## Méthode

Pour estimer la direction d'arrivée, une série de profils de phase cylindro-parabolique distincts est appliquée à la métasurface pour faire un balayage de pointage à la recherche de la direction de la puissance maximale incidente.

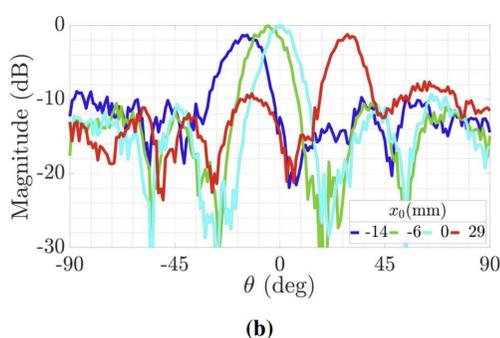
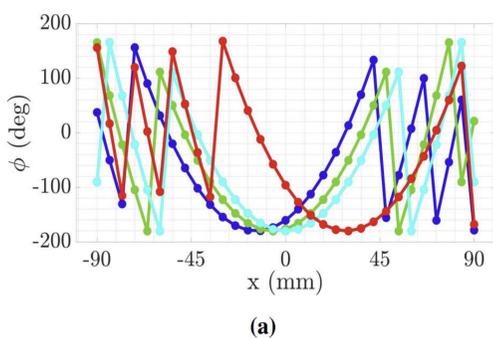
Pour contrôler l'orientation du faisceau, le profil de phase est ajusté électroniquement en décalant la phase de réflexion de référence ( $x_0$ ) le long de l'axe horizontal de la métasurface.

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \left( \frac{(x - x_0)^2}{4F} \right) + \phi_0$$

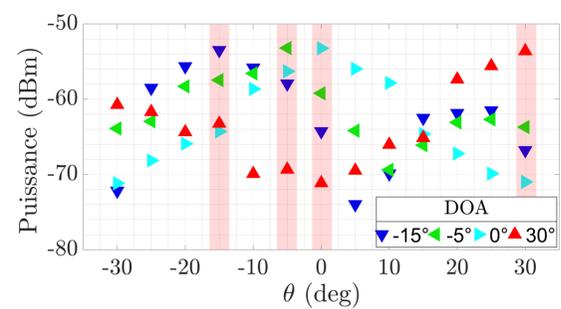
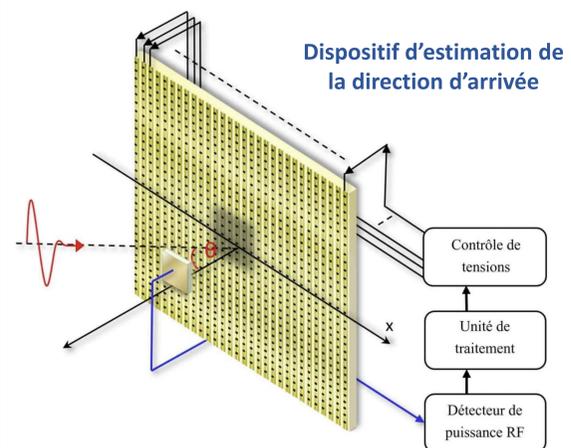
### Principe de fonctionnement du réflecteur parabolique virtuel.



(a) Profils de phase paraboliques calculés pour des décalages  $x_0$  de -14 mm, -6 mm, 0 mm et 29 mm à 10 GHz. (b) Diagrammes de rayonnement 2D normalisés avec des pointages  $\theta$  de -15°, -5°, 0° et 30° correspondant respectivement aux différents décalages  $x_0$ .



## Résultats



le maximum de puissance est détecté lorsque l'orientation du profil de phase cylindro-parabolique de la métasurface est alignée sur la direction d'arrivée de l'onde

## Conclusion et perspectives

La méthode proposée est validée expérimentalement et offre une alternative prometteuse et moins complexe pour l'estimation de la Direction d'Arrivée. Cette approche combine l'efficacité des métasurfaces dans la manipulation des ondes avec les principes de focalisation des réflecteurs paraboliques, surmontant ainsi les problèmes d'encombrement et de calcul intensif, tout en offrant une capacité de balayage accélérée. Ceci ouvre de nouvelles perspectives pour des recherches futures, notamment pour l'estimation multi-sources, ou encore pour la redirection adaptative de faisceaux dans des environnements de communication dynamiques.