

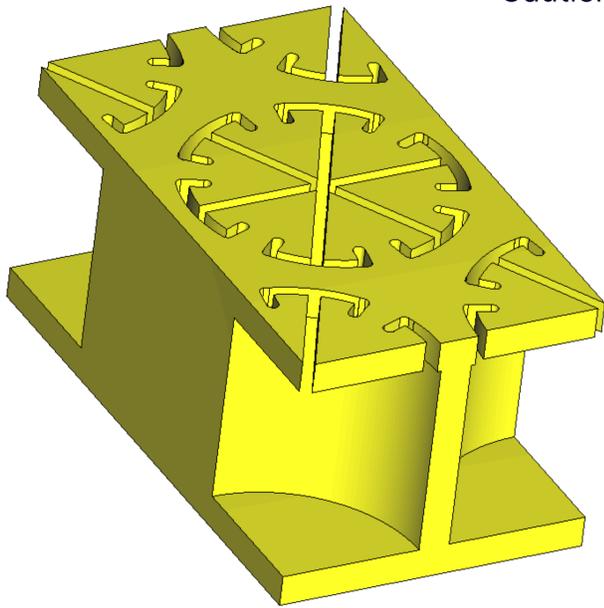
Reflectarray tout-métal en bande X pour constellations de petits satellites

Gautier Mazingue, Maxime Romier, Nicolas Capet

g.mazingue@anywaves.com

m.romier@anywaves.com

n.capet@anywaves.com



INTRODUCTION

Cette étude présente la conception d'une cellule unitaire tout-métal pour reflectarray. Elle a été conçue pour résister à l'environnement spatial et être adaptée de la bande X à la bande Ka. Un exemple d'application a été étudié en bande X d'un reflectarray de 3 panneaux déployables pour petits satellites.

CELLULE UNITAIRE

La cellule conçue est **tout-métal** composée de fentes radiales et orthoradiales disposées sur une cavité. Le choix d'un design uniquement composé de métal permet de rendre la cellule compatible avec l'environnement spatial. L'excursion en température étant élevée, utiliser un seul type de matériau permet de contrôler et **limiter les effets de distorsion thermo-élastique** (contrairement à des empilements composés de PCB et de métal).

Le choix de la forme des fentes permet d'assurer une forte symétrie de révolution et de rendre la cellule **compatible avec tout type de polarisation**.

La périodicité de la cellule est **hexagonale** pour maximiser les performances à haute incidence.

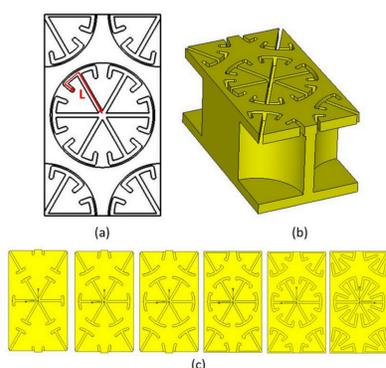


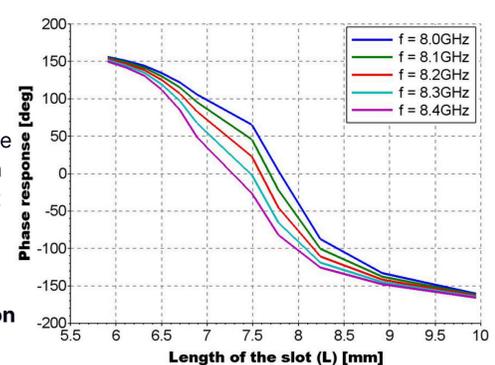
Figure 1 : Vues de la cellule: (a) du dessus et (b) en 3D. (c) Evolution de la cellule pour couvrir la dynamique en phase

PERFORMANCES DE LA CELLULE

La cellule en bande X [8-8.4] GHz a les dimensions suivantes :

- Pas hexagonal : 14 mm ($\lambda/4$ à 8.2 GHz)
- Hauteur de la cavité : 8.8 mm

Pour obtenir la dynamique en phase, les longueurs (L) des fentes varient. La largeur de la fente est fixée pour minimiser la dispersion en fréquence de la cellule tout en conservant une dynamique de phase suffisamment grande pour la conception d'un reflectarray. Le meilleur compromis permet d'obtenir une **dynamique en phase de 310°** et une **variation en fonction de la fréquence de 90°** sur la bande de fréquence visée.



EXEMPLE D'APPLICATION

Un exemple de reflectarray composé de 3 panneaux a été conçu. La taille d'un panneau est 200x350 mm², ce qui fait un total de 350 cellules par panneau.

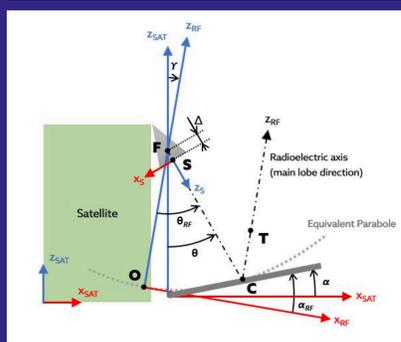
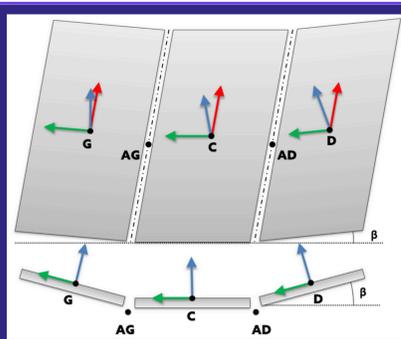
Une conception en 3 panneaux permet d'avoir un **design très compact et simple** à mettre en place en position repliée contrairement à une parabole. **Les panneaux en position dépliée sont inclinés** pour élargir la bande passante et diminuer les angles d'incidence extrêmes.

La parabole équivalente a les caractéristiques suivantes :

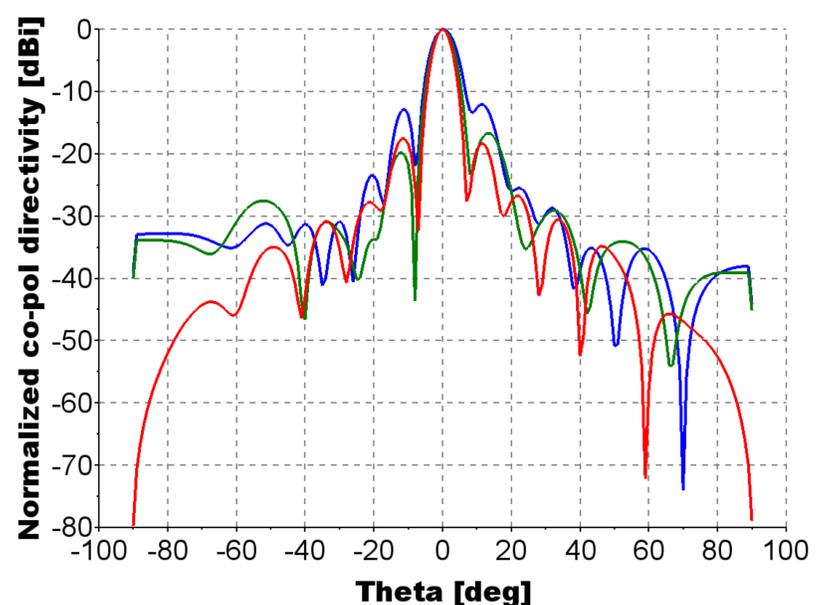
- offset de 286 mm
- Longueur focale de 361 mm

Un cornet de 17 dBi a été utilisé en tant que source.

Le gain maximum à 8.2 GHz a une valeur simulée de **28 dBi** dans l'axe, soit une efficacité de surface de **60%**.



DIRECTIVITÉ NORMALISÉE À 8.2 GHz



CONCLUSION

Une nouvelle cellule pour reflectarray a été étudiée. Elles présentent de nombreuses caractéristiques intéressantes, notamment, le **tout-métal** qui est un atout puissant pour les applications spatiales afin de limiter les effets de distorsion thermoélastique. Des premiers échantillons ont été réalisés (usinage + électroérosion) et ont montré des précisions de fabrication suffisantes pour les bandes visées.

Les résultats simulés montrent également que cette cellule est très bien **adaptée pour la conception de reflectarray en bande X** sur une bande d'au moins 5%.

Cette cellule participe à l'émergence des reflectarrays pour **applications spatiales** et permet de **résoudre des problématiques thermoélastiques** tout en assurant d'**excellentes performances RF**.

RELATED LITERATURE

- [1] D. Berry, R. Malech and W. Kennedy, The Reflectarray Antenna IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Volume 11, Issue 6, 1963.
- [2] J. Huang and J. A. Encinar, Reflectarray Antennas. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2008.
- [3] M. Zhou, O. Borries and E. Jørgensen "Design and Optimization of a Single-Layer Planar Transmit-Receive Contoured Beam Reflectarray With Enhanced Performance," IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 63, NO. 4, April 2015.
- [4] L. Moustafa, R. Gillard, F. Peris, R. Loison, H. Legay and E. Girard, The Phoenix Cell: A New Reflectarray Cell With Large Bandwidth and Rebirth Capabilities, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Volume: 10, 2011.
- [5] C. Han, Y. Zhang, and Q. Yang, "Single-Layer Reflectarray Antennas with Improved Bandwidth by Attaching Phase-Delay Lines," 2016 10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP).