

Conception d'antenne multibande par impression 3D

Gaëtan Antoine^{1,2}, Romain Pascaud¹, Christophe Morlaas², Alexandre Chabory², Gautier Mazingue³, Vincent Laquerbe⁴
¹ISAE-SUPAERO, ²ENAC, ³ANYWAVES, ⁴CNES

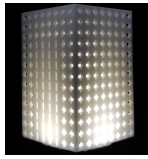
1. Introduction

Contexte

- ▶ New space et nanosatellites : réduire l'encombrement \implies réduire la taille des antennes et adresser plusieurs fréquences
- ▶ Impression 3D : permettre de nouveaux degrés de liberté à la conception et utiliser de nouveaux concepts (inhomogénéité, anisotropie, dispersion)

$$\vec{\epsilon}(r, \omega) = \begin{bmatrix} \epsilon_x(r) & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_y(r) & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_z(r) \end{bmatrix} \quad \epsilon(\omega)$$

- ▶ anisotrope
- ▶ anisotrope/inhomogène
- ▶ dispersif



Objectifs

- ▶ Appréhender les outils pour analyser les structures dispersives
- ▶ Concevoir des antennes utilisant l'impression 3D et la dispersion de fréquence

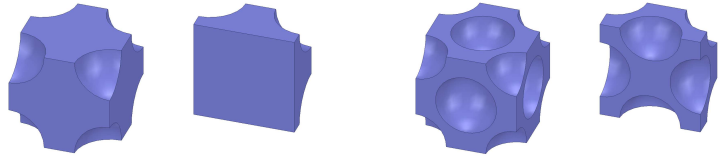
2. Etude de cellules unitaires 3D

Méthode de l'expansion de l'onde plane

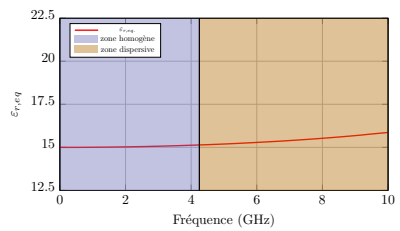
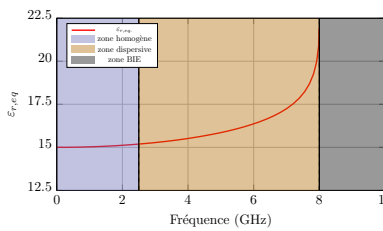
- ▶ Analyse des modes propres d'une cellule unitaire cubique \implies diagramme de dispersion \implies extraction de la permittivité équivalente $\epsilon_{r,eq}$.

$$\epsilon_{r,eq} = \left(\frac{kc_0}{\omega} \right)^2$$

- ▶ Cellule simple cubique et cubique faces centrées et leurs vues en coupe

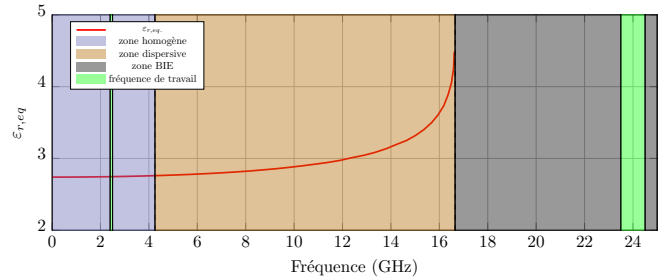
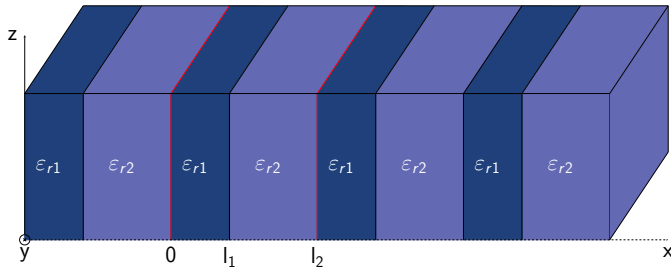


- ▶ Diagrammes de $\epsilon_{r,eq}$ en fonction de la fréquence et les 3 comportements associés



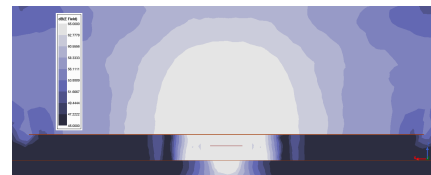
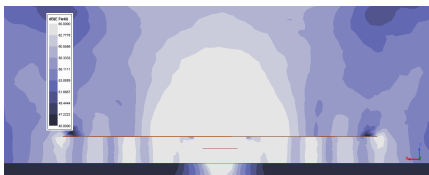
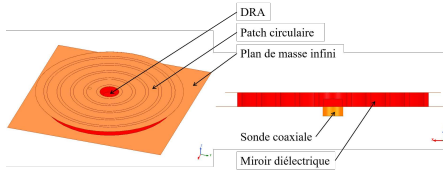
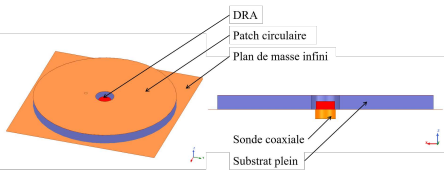
3. Structure à bande interdite électromagnétique (BIE) diélectrique 1D

- ▶ **Idée** : permittivité équivalente $\epsilon_{r,eq}$ homogène à la fréquence f_1 et coupe bande à la fréquence f_2
- ▶ Structure BIE diélectrique 1D selon \vec{x} avec $\epsilon_{r1} > \epsilon_{r2}$ + cellule unitaire en rouge
- ▶ Diagramme de $\epsilon_{r,eq}$ avec $f_1 = 2.45$ GHz et $f_2 = 24$ GHz



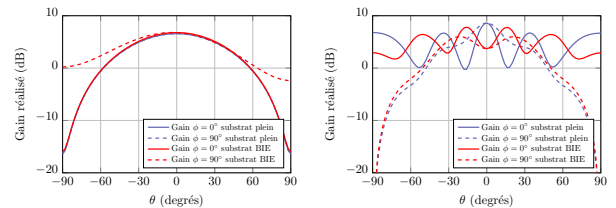
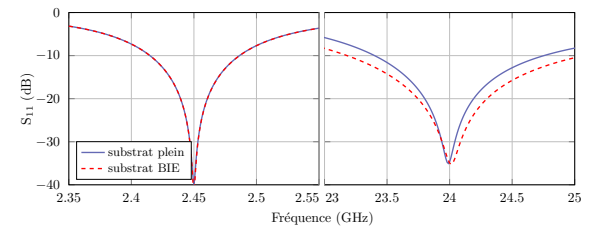
5. Antenne bi-bande patch/DRA

- ▶ Fonctionnement du patch circulaire à $f_1 = 2.45$ GHz et du DRA central à $f_2 = 24$ GHz
- ▶ DRA de permittivité $\epsilon_r = 7.5$ intégré dans le substrat plein d'un patch de permittivité $\epsilon_r = 2.6$
- ▶ DRA intégré dans le substrat BIE diélectrique d'un patch de permittivité équivalente $\epsilon_{r,eq} = 2.6$



- ▶ Structure BIE qui bloque la propagation dans le patch à $f_2 \implies$ réduit les oscillations du diagramme de rayonnement

- ▶ Comparaison des performances des antennes avec un substrat plein et substrat BIE



6. Résultats et perspectives

- ▶ Étude de méthodes permettant d'extraire $\epsilon_{r,eq}$ d'une cellule unitaire dispersive et comparaison pour des topologies de cellules différentes
- ▶ Design d'une antenne bi-bande ISM 2.45 GHz/24 GHz par impression 3D et phénomène BIE qui améliore le diagramme de rayonnement à f_2