



HAL
open science

Étude d'une antenne flexible bow-tie double bande réalisée par gravure laser et par sérigraphie

A Venouil, M Egels, M Benwadih, C Serbutoviez, P Pannier

► To cite this version:

A Venouil, M Egels, M Benwadih, C Serbutoviez, P Pannier. Étude d'une antenne flexible bow-tie double bande réalisée par gravure laser et par sérigraphie. Journées Nationales des Micro Ondes, Jun 2022, Limoges, France. hal-03767668v1

HAL Id: hal-03767668

<https://hal.science/hal-03767668v1>

Submitted on 2 Sep 2022 (v1), last revised 27 Oct 2022 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Étude d'une antenne flexible bow-tie double bande réalisée par gravure laser et par sérigraphie

A. Venouil¹, M. Egels¹, M. Benwadih², C. Serbutoviez², P. Pannier¹

¹ Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IM2NP, Marseille, France

² Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, LITEN – DTNM/LCO, 17 rue des martyrs, F-38054 Grenoble Cedex

anton.venouil@im2np.fr

Résumé — Nous présentons dans cet article une antenne bow-tie planaire flexible conçue pour deux bandes de fréquence : 5,8 GHz et 15 GHz. L'étude présentée s'inscrit dans une collaboration scientifique entre l'IM2NP et le CEA-Liten pour l'évaluation des potentialités offertes par les technologies d'impression par sérigraphie sur substrats souples. L'article propose une comparaison entre deux antennes réalisées par deux méthodes différentes. La première gravée à l'aide d'une machine de prototypage rapide par gravure laser à l'IM2NP sur Taconic RF35 et la seconde imprimée par sérigraphie au CEA-Liten sur Kapton de même épaisseur. Les métallisations de l'antenne gravée sont en cuivre et en encre à nanoparticules d'argent pour l'antenne imprimée. L'antenne est simulée à l'aide du logiciel ANSOFT HFSS 2020 R2.

1. Introduction

Le développement de l'internet des objet (IoT) dans les télécommunications est moteur de recherche pour de nombreux domaines d'étude de l'électronique : capteurs, récupération d'énergie, conception d'antenne et autres. En parallèle de l'IoT, le développement de l'électronique souple prend une place croissante dans la conception de composants innovants pour la médecine, la recherche ou même dans l'industrie 4.0. Dans ce cadre, une collaboration scientifique entre l'IM2NP et le CEA-Liten pour l'évaluation des potentialités offertes par les technologies d'impression sur substrats souples a été mise en place. À quelques exceptions très récentes, la littérature scientifique est très restreinte sur le sujet des antennes sérigraphiées sur substrats souples. La majorité des publications traitent d'impression jet-d'encre, de tag RFID, ou d'antennes sur textiles [1]. Les matériaux utilisés dans cette étude sont les suivants : pour l'antenne gravée à l'IM2NP, un substrat Taconic-RF35 d'épaisseur $250\mu\text{m}$, ($\epsilon_r = 3.5$, $\tan D = 0.0025$ à 10 GHz), et pour l'antenne sérigraphiée au CEA, un Kapton ($\epsilon_r = 3.4$, $\tan D = 0.0035$ à 10 GHz). Les métallisations de l'antenne gravées sont en cuivre d'une conductivité estimée à $5,8 \times 10^7$ S/m tandis que l'antenne du CEA est imprimée avec une encre à nanoparticules d'argent d'une conductivité de $3,3 \times 10^6$ S/m. Dans cette étude, nous proposons d'utiliser la sérigraphie

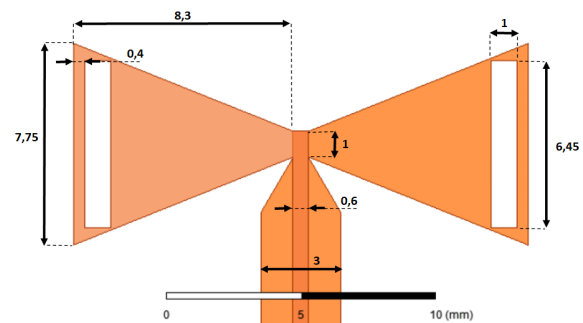


Figure 1. Image de l'antenne en simulation (dimensions en millimètres)

pour la réalisation d'une antenne dans les bandes C et Ku. La construction géométrique de l'antenne est décrite succinctement.

2. Conception et simulation

2.a. Antenne bow-tie, ouverture rayonnante

Nous avons retenu une topologie bow-tie. Elle présente une propriété intéressante de faible dépendance relative au substrat. Des variations significatives des propriétés du substrat influent donc faiblement sur les performances de l'antenne bow-tie. Les dimensions de l'antenne sont déterminées par simulation sur le logiciel HFSS. L'alimentation de l'antenne est assurée par une ligne micro-ruban à plan de masse réduit. La géométrie d'antenne est incompatible avec la géométrie coplanaire (avec masse sur face inférieure ou non). L'antenne est rendue multi-bande à l'aide d'une ouverture rayonnante [2] par le principe de Babinet [3]. Ceci nous permet d'étudier les potentialités de la sérigraphie dans la bande Ku.

2.b. Optimisation géométrique

L'antenne est optimisée afin d'obtenir les résonances aux fréquences souhaitées de 5.8 GHz et 15 GHz. Comme la transition entre la ligne d'alimentation et l'antenne modifiant son comportement, un amincissement de la transition est ajouté entre la ligne et l'antenne, voir figure 1. Son angle est optimisé pour maintenir le compromis entre adaptation d'impédance et gain de l'antenne.



Figure 2. Photographie de l'antenne réalisée par sérigraphie.

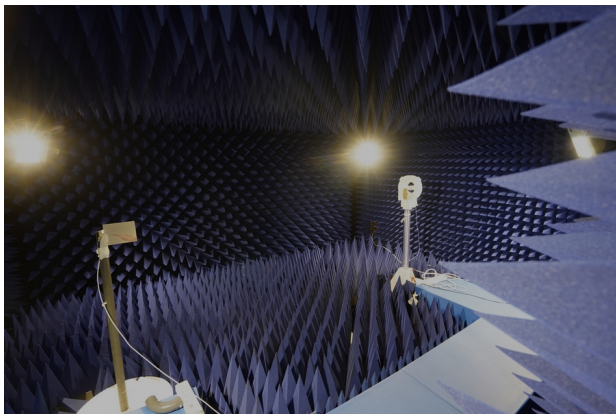


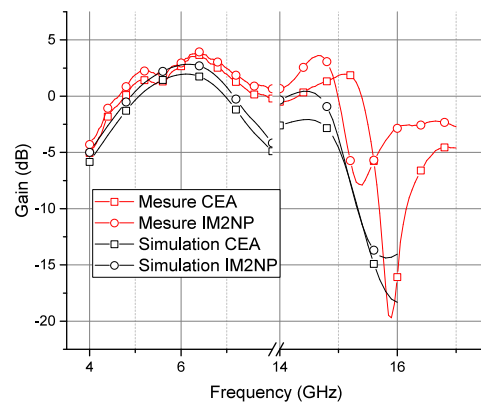
Figure 3. Photographie de l'environnement de mesure.

3. Résultats et discussion

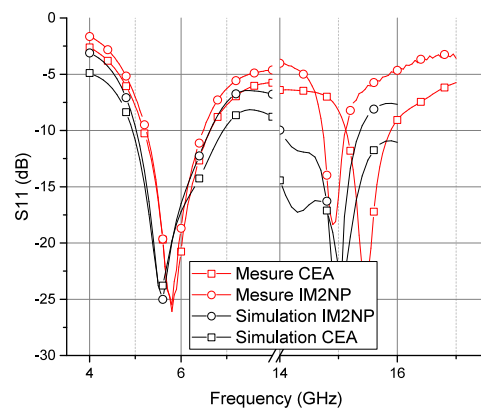
La mesure des antennes est effectuée en chambre anéchoïque (figure 3), à l'aide d'un analyseur de réseau calibré aux extrémités des câbles. Les courbes de gain et de coefficient de réflexions sont tracées en figure 4a et 4b. L'écart entre la simulation et la mesure est limité en basse fréquence (écart max : 1.5 dB) pour les deux antennes, CEA comme IM2NP. La seule différence en basse fréquence entre les deux antennes mesurées, est un gain plus faible de l'antenne kapton. L'origine de cette différence est due à la conductivité de l'encre utilisée. À plus haute fréquence, on observe un écart important sur la fréquence de résonance de l'ouverture rayonnante. Une des hypothèses envisagée sur l'origine de cet écart est la résolution de l'impression par sérigraphie. Cette résolution, couplée avec la sensibilité de l'ouverture peut s'avérer être une des sources d'écarts. Des simulations complémentaires montrent que le rayonnement est très sensible aux variations de dimensions de l'ouverture.

4. Conclusion

Une antenne double bande fonctionnelle a été sérigraphiée sur substrat souple. Cette antenne met en évidence une possible utilisation de la sérigraphie pour la fabrication d'antennes compatibles avec l'IoT. Le comportement en bande Ku présente des écarts significatifs entre mesure et simulation, mais l'antenne reste fonctionnelle. Pour la bande C, la sérigraphie présente des résultats comparables



(a) Gain



(b) S11

Figure 4. Gain et paramètre S11 simulés et mesurés des antennes CEA et IM2NP

pour l'antenne bow-tie aux moyens de réalisation conventionnels. Ces résultats permettent d'envisager la réalisation d'antenne sérigraphiée pour les bandes basses de la 5G.

Références

- [1] M. A. Riheen *et al.*, "CPW fed wideband bowtie slot antenna on PET substrate," vol. 101, pp. 147–158. [Online]. Available : <http://www.jpier.org/PIERC/pier.php?paper=20031402>
- [2] G. D. Maria, "Slotted Bowtie antenna," <https://www.eeweb.com/slotted-bowtie-antenna/>, 2020.
- [3] G. Pelosi and S. Selleri, "Babinet's principle in electromagnetics : Why does a slot radiate like a dipole? [historical corner]," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 59, no. 2, pp. 144–148, 2017.