

**Titre en français :** Conception d'antennes lentilles diélectriques à faible coût pour des applications émergentes en bande millimétrique.

**Titre en anglais:** Design of cost-effective dielectric lens antennas for emerging millimeter-band applications.

**Nom du directeur de thèse :** Matthieu Egels, MCF-HDR

**Co-directeur de thèse :** Chaouki Hannachi, MCF

**Tel :** 04 13 55 40 09/04 13 55 40 10

**E-Mail :** matthieu.egels@im2np.fr

**Laboratoire :** IM2NP (UMR 7334 CNRS)

Technopôle de Château Gombert, Campus de Polytech Marseille, 60 rue Frédéric Joliot Curie, Bâtiment Néel - 2eme étage, 13453 Marseille cedex 13

**Financement :** demandé

**Type de financement :** Bourse ministérielle

**Résumé en français :**

Aujourd'hui plusieurs applications émergentes en bande millimétrique, notamment les réseaux mobiles de cinquième génération (5G) et les communications satellites, exigent des antennes à large bande passante et à gain élevé, tout en étant à la fois compactes, facilement intégrables et à bas coût. Les solutions de conception traditionnelles impliquent généralement l'utilisation de la technologie imprimée pour l'implantation des réseaux de patchs pouvant atteindre des gains élevés. Malheureusement, de telles structures nécessitent des réseaux d'alimentation complexes et coûteux, souffrant d'un niveau considérable de pertes diélectriques et conductrices. Afin de surmonter ces limitations, les antennes à lentille sont proposées comme étant une solution prometteuse qui ne nécessite pas de réseaux d'alimentation complexes, coûteux et difficiles à mettre en œuvre en bande millimétrique.

Le sujet de doctorat proposé portera sur l'étude des solutions de réalisation d'antennes lentilles diélectriques en bande millimétrique en utilisant des procédés de fabrication à bas coûts, particulièrement la technologie de fabrication additive (communément appelée impression 3D). En effet, cette technologie permet de créer de nouvelles formes de lentilles qui étaient alors compliqués à mettre en œuvre avec des méthodes de fabrication traditionnelles. De plus, elle permet de réduire la taille des antennes tout en conservant de bonnes performances et en facilitant leur intégration.

Les différentes étapes de la thèse incluront, une étude bibliographique, la modélisation, la réalisation, et la caractérisation des prototypes d'antennes lentilles diélectriques réalisés afin d'évaluer le(s) solution(s) retenue(s). Le doctorant bénéficiera des outils de simulation et modélisation électromagnétique disponibles à l'IM2NP (ANSYS HFSS, Advanced Design System (ADS)) ainsi que les moyens techniques de l'équipe, entre autres, la plateforme de caractérisation (analyseurs de réseau vectoriel, chambre anéchoïque, bancs de mesure...). L'objectif principal de cette thèse sera de fixer un nouvel état de l'art en termes du gain réalisé, efficacité de radiation, et la réduction de la taille d'antenne.

### Résumé en anglais:

Nowadays, several emerging applications in millimeter-wave bands, particularly in fifth-generation (5G) mobile networks and satellite communications require low-cost, wideband, and high-gain antennas. Traditional design solutions involve the use of a printed circuit board (PCB) manufacturing process for implementing high-gain microstrip antenna arrays. Unfortunately, such antenna arrays use complex feeding networks, suffering from a considerable level of dielectric and conductive losses. To overcome these limitations, lens antennas are proposed as a promising cost-effective solution to overcome the existing limitations related to the implementation of feeding networks at millimeter-wave bands.

The proposed Ph.D. project will focus on the investigation of novel solutions to develop dielectric lens antennas in millimeter-wave bands using low-cost manufacturing processes, especially, additive manufacturing technology (commonly called 3D printing process). This technology enables the realization of new dielectric lens configurations which were complicated to implement through traditional manufacturing processes. In addition, it allows to reduce the size of the antennas while maintaining good performance and easiness of integration.

The different steps of the Ph.D. will mainly include a bibliographic review, modelling, design, and characterization of the realized prototypes of dielectric lens antennas to evaluate the retained solution(s). The selected candidate will benefit from multi-tiered training to maximize his benefits. First, he will be guided in developing detailed and clear research objectives, milestones, and methodology for the planned research over the three years of his Ph.D. He will also benefit from the electromagnetic simulation and modelling tools available at IM2NP (ANSYS HFSS, Advanced Design System (ADS), CST Microwaves Studio, etc.) as well as radio frequency test and measurement equipment that is essential to his research activities including, analyzers vector network, anechoic chamber, measurement benches, etc...). The main aim of the thesis project will be to set a new state of the art in terms of achieved gain, radiation efficiency, and size miniaturization.

### Profil du candidat recherché :

Nous recherchons un élève-ingénieur ou un Master 2<sup>ème</sup> année avec une spécialisation en électromagnétisme. Des connaissances en hyperfréquences seront fortement appréciés.

### Compétences :

- Connaissances requises sur l'électromagnétisme, antennes, et des composants RF.
- Connaissances appréciées sur les logiciels de simulation électromagnétique (tels que CST, HFSS, ADS) et les appareils de mesure radiofréquence (tels que VNA, analyseur de spectre).
- Une maîtrise de la langue anglaise sera appréciée

### Publications sur le sujet :

1. C. Hannachi, S. Boumaiza and S. O. Tatu, "Gain Enhancement of a Conical Horn Antenna using Converging Lenses in Line-of-sight Millimeter-wave Links," 2018 18th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics (ANTEM), Waterloo, ON, Canada, 2018, pp. 1-2.
2. M. Egels, A. Venouil and P. Pannier, "Bi-Band Quasi Yagi-Uda Antenna for Worldwide 5G Applications," 2023 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Prague, Czech Republic, 2023, pp. 1338-1342.

3. C. Hannachi, B. Zouggari and S. O. Tatu, "A compact, high gain and high efficiency 8×2 patch antenna array for 60 GHz communication systems," 2016 17th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics (ANTEM), Montreal, QC, Canada, 2016, pp. 1-2.
4. A. Venouil, M. Benwadih, C. Serbutoviez, P. Pannier and M. Egels, "Planar Log-periodic Antenna Array for Millimetric 5G Band," 2023 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Prague, Czech Republic, 2023, pp. 96-101.
5. C. Hannachi and S. O. Tatu, "A Compact V-Band Planar Gap-Coupled 4×1 Antenna Array: Improved Design and Analysis," in IEEE Access, vol. 5, pp. 8763-8770, 2017.

**Insertion professionnelle après thèse** : Industrie des télécommunications, recherche académique.