



Pôle des Etudes Doctorales
Centre des Etudes Doctorales
Sciences et Techniques et Sciences Médicales

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur ELMAHRAOUI Rachid
Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du
Doctorat



Formation Doctorale : Sciences et Techniques de l'Ingénieur
Discipline : Physique
Spécialité : Electronique et Télécommunication

**Le 05/07/2025 à 09H00 à la salle de conférence de la Faculté des
Sciences et Techniques d'Al Hoceima, UAE**

Sous le thème

**Conception d'un récepteur à formation de faisceaux en bande
millimétrique pour les réseaux de nouvelle génération :
5G et au-delà**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. TAHRI El Hassan	FS de Oujda, UMP	Président
Pr. DRIOUCH Ismael	ENSA d'Al Hoceima, UAE	Rapporteur
Pr. EL KAOUINI Morad	FP de Nador, UMP	Rapporteur
Pr. BENDAOUH Mohamed	ENSA de Khouribga, USMS	Rapporteur
Pr. EL FATHI Amine	FST de Al Hoceima, UAE	Examinateur
Pr. EL AOUADI Ibrahim	FST de Al Hoceima, UAE	Examinateur
Pr. EL KARKRAOUI Taieb	C.I.A.R.S. Université de Waterloo	Expert
Pr. RAIS Rochdi	FST de Al Hoceima, UAE	Directeur

*Structure de recherche Equipe Sciences Appliquées et Théoriques, Systèmes Intelligents
et Energies Renouvelables (SATSIER).*

Résumé

Dans les réseaux de communication de nouvelle génération, en particulier pour la 5G et au-delà, les fréquences millimétriques sont utilisées pour leur haut débit bien qu'elles présentent des défis comme l'absorption atmosphérique et la faible pénétration des ondes, affectant la qualité des liaisons de communication. Cette thèse se concentre sur la conception de composants clés pour un récepteur à formation de faisceaux, en particulier des antennes à haute directivité comme les antennes Vivaldi et Yagi, ainsi que des amplificateurs à faible bruit (LNA), adaptés aux bandes millimétriques.

Pour surmonter le faible gain inhérent aux antennes à rayonnement de type End-Fire, des améliorations innovantes ont été introduites : l'intégration de directeurs métalliques sur les antennes Vivaldi et l'utilisation de métasurfaces en forme de "H" avec les antennes Yagi, permettant une amélioration notable du gain tout en maintenant une large bande passante et une facilité de fabrication.

Deux configurations d'antennes à commande de phase pour le 28 GHz ont été développées : 1. Une antenne Vivaldi modifiée sur un substrat FR4 de 0,5 mm avec des directeurs métalliques, offrant une bande passante de 3 GHz (26,5 à 29,5 GHz) et un gain stable de 15 dBi sur des angles de balayage de $\pm 50^\circ$. 2. Une antenne Yagi modifiée avec une métasurface en forme de "H", présentant une bande passante de 3,5 GHz (26,2 à 29,7 GHz) et un gain de 15,5 dBi sur une large gamme d'angles.

De plus, un système de formation de faisceaux analogique utilisant une lentille de Rotman a été conçu, facilitant un balayage de faisceau de $\pm 30^\circ$ sur une plage de fréquences de 25 à 30 GHz. Ce système, notable pour sa facilité de fabrication et son coût réduit, a démontré une capacité de balayage de faisceau de 60° pour sept angles différents de -30° à $+30^\circ$ à 28 GHz lors des mesures expérimentales.

Enfin, un amplificateur à faible bruit a été spécialement développé pour les systèmes 5G à 28 GHz utilise la technologie BiCMOS SiGe de 0,25 μm , offrant un gain maximal de 26,4 dB et un indice de bruit inférieur à 4 dB, assurant une haute qualité de signal et une efficacité optimale du système.

Ces contributions apportent des solutions pratiques et performantes aux défis des réseaux de communication millimétriques, essentielles pour les applications actuelles et futures de la 5G, les communications haut débit industrielles, les véhicules autonomes et l'Internet des objets (IoT).

Mots clés: Fifth generation (5G), antipodal Vivaldi antenna, phased array antenna, Yagi antenna, Rotman lens, Mobile Phone Antenna, End-Fire Antenna, Métasurface, mm-Waves, beam-steering.