

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

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Monsieur BELLEKHIRI Abderrahim
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 Télécommunications

Le 07/02/2026 à 10H00 à la salle des conférences Feu Otman Filali
Meknassi de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger, UAE

Sous le thème

Conception et Analyse d'Antennes Planaires à Base de Structures Périodiques (MTM) et Multicouches pour des applications 5G

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. ZBITOU Jamal	ENSA de Tétouan, UAE	Président
Pr. BENHALA Bachir	FS de Fès, USMBA	Rapporteur
Pr. EL GIBARI Mohammed	IETR de l' Université de Nantes, France	Rapporteur
Pr. OULHAJ Otman	FP de Larache, UAE	Rapporteur
Pr. EL MAMOUNI Anass	ENSA de Tanger, UAE	Examineur
Pr. CHAKKOR Saad	ENSA de Tanger, UAE	Examineur
Pr. CHAHBOUN Noha	ENSA de Tanger, UAE	Co-Directrice
Pr. LAAZIZ Yassin	ENSA de Tanger, UAE	Directeur

Structure de recherche : Laboratoire des Technologies de l'Information et de la Communication (LabTIC)

Résumé



L'évolution rapide des systèmes de communication sans fil vers la cinquième génération (5G) impose des exigences très sévères aux antennes : haut débit, faible latence, connectivité massive, efficacité énergétique, dans les bandes sub-6 GHz et millimétriques. Les antennes imprimées constituent une solution de choix grâce à leur compacité, leur faible coût et leur facilité d'intégration, mais elles restent limitées en bande passante, gain, directivité et contrôle des ondes de surface. Cette thèse s'inscrit dans ce contexte et vise à proposer des architectures d'antennes imprimées avancées capables de dépasser ces limitations pour des applications 5G.

Après un rappel des fondements des métamatériaux et des antennes imprimées, ainsi que des principaux scénarios et contraintes des systèmes 5G, le travail de recherche se structure autour de deux axes complémentaires. Le premier axe concerne l'optimisation d'antennes patch multicouches pour les bandes de 28 GHz et 3,5 GHz. L'utilisation de substrats Rogers empilés et de couches de mousse permet d'élargir significativement la bande passante, d'améliorer l'adaptation d'impédance et de renforcer la directivité. L'extension de ces structures à des réseaux d'antennes (jusqu'à 4×8 éléments à 3,5 GHz) conduit à des gains élevés et à une efficacité de rayonnement renforcée, tout en conservant une géométrie compatible avec l'intégration dans des dispositifs 5G.

Le second axe exploite l'intégration de métamatériaux et de métasurfaces au sein d'antennes planaires. À 28 GHz, l'ajout de métasurfaces dans une architecture multicouche améliore la bande passante, le gain et la focalisation du faisceau. À 3,5 GHz, des superstrats MTM à base de résonateurs en anneaux fendus (SRR), appliqués à des éléments simples puis à des réseaux 1×2 et 1×4, permettent d'augmenter le gain, d'élargir considérablement la bande passante et de concentrer le diagramme de rayonnement grâce à la formation d'une cavité de type Fabry-Pérot et à la réduction des ondes de surface. Les résultats numériques obtenus avec différents solveurs électromagnétiques montrent un très bon accord et se comparent favorablement à l'état de l'art, positionnant les structures proposées à un niveau compétitif.

En perspectives, la thèse ouvre sur la fabrication et la caractérisation expérimentale des antennes conçues, ainsi que sur le développement d'antennes reconfigurables à base de métamatériaux et de composants actifs, en vue d'applications 5G puis 6G nécessitant des antennes intelligentes et adaptatives.

Mots-clés : 5G, antennes imprimées, métamatériaux, métasurfaces, structures multicouches, bandes sub-6 GHz, ondes millimétriques, réseaux d'antennes.