



جامعة محمد الخامس بالرباط  
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes  
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

## AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

**Monsieur Mohammed Ali ENNASAR**

soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat  
en Sciences de l'ingénieur

**Le Mercredi 16 Décembre 2020 à 15h00 au Grand Amphi à l'ENSIAS**

**Intitulé de la thèse**

**DESIGN AND CHARACTERIZATION OF UHF-RFID TAG  
ANTENNAS FOR SENSOR APPLICATIONS**

**Devant le Jury composé de :**

**Président :**

Pr. Hassan BERBIA, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Directeur de thèse :**

Pr. Mohammed ESSAAIDI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Rapporteurs :**

Ahmed OULAD SAID, PES, Ecole Royale de l'Air, Marrakech

Jamal EL AOUIFI, PES, AIAC, Casablanca

Faissal EL BOUANANI, PH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

**Examineur :**

Pr. Ahmed HABBANI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Otman EL MRABET, PH, Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan



# DESIGN AND CHARACTERIZATION OF UHF-RFID TAG ANTENNAS FOR SENSOR APPLICATIONS

**Résumé :** L'objectif de cette thèse est de développer de nouvelles configurations d'antennes de tag RFID-UHF pour les applications de traçabilité, ainsi que la réalisation d'un banc de caractérisation et des mesures de performances à faible coût. Les performances des antennes de tag RFID-UHF proposées ont été évaluées par simulation électromagnétique à l'aide du logiciel commercial 'CST Microwave Studio' et par des mesures. Dans cette thèse, nous avons également focalisé notre attention à étendre le champ d'application de cette technologie vers le domaine des capteurs. L'idée principale de cette étude repose sur le fait que l'antenne de tag RFID (qui joue ici le rôle d'un capteur) est sensible à son environnement qui modifie les propriétés de l'antenne comme l'adaptation. La mesure de la variation de la concentration de deux solutions (Sucre, NaCl, et Alcool) a été réalisée dans cette partie en mesurant la puissance d'activation de tag. Le système proposé dans cette thèse présente plusieurs avantages tels que le faible coût, la non-invasivité, la rapidité, et la possibilité d'envoyer des mesures à grande distance à l'aide d'un cycle répétitif de mesures.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons développé trois contributions. La première contribution porte sur la conception et la réalisation d'un banc de caractérisation des performances d'antennes RFID Tag UHF, et la création d'une plate-forme automatisée pour mesurer ces performances à faible coût. Dans la deuxième contribution nous avons proposé une nouvelle configuration d'antennes de tag RFID-UHF pour une gamme d'applications dans le domaine de traçabilité industrielle. Les performances des antennes de tag RFID-UHF proposées ont été évaluées par simulation électromagnétique à l'aide du logiciel commercial 'CST Microwave Studio' et aussi par des mesures expérimentales. Finalement, dans la troisième contribution, nous avons focalisé notre attention sur l'extension du champ d'application de cette technologie vers le domaine des capteurs RFID-UHF pour la caractérisation des produits alimentaires. L'idée principale de cette étude repose sur le fait que l'antenne de tag RFID (qui joue ici le rôle d'un capteur) est sensible à son environnement qui modifie les propriétés de l'antenne. La mesure de la variation de la concentration de deux solutions (Sucre, sel (NaCl) et Alcool) a été obtenue dans cette partie à partir de la puissance d'activation de tag. Le système proposé dans cette thèse présente plusieurs avantages, par exemple, il est à faible coût, non invasif, rapide, et il permet d'envoyer des mesures à grande distance à l'aide d'un cycle répétitif de mesures.

**Mots clés :** RFID-UHF, TAG Capteurs, Antennes, antenne flexible, adaptation, Platform, caractérisation.



**Abstract:** The objective of this thesis is to develop new configurations of RFID-UHF tag antennas for traceability applications, as well as the realization of a characterization bench and performance measurements at low cost. The performance of the proposed RFID-UHF tag antennas was evaluated by electromagnetic simulation using the commercial software 'CST Microwave Studio' and by measurements. In this thesis, we also focused our attention on extending the field of application of this technology to the field of sensors. The main idea of this study is based on the fact, that the RFID tag antenna (which plays here the role of a sensor) is sensitive to its environment, which modifies the properties of the antenna, and thus the matching. The measurement of the variation in the concentration of two solutions (Sugar, NaCl, and alcohol) was carried out in this part by measuring the activation power of the tag. This measurement system, we propose in this thesis, has several advantages such as low cost, non-invasive, rapid, and the possibility of sending measurements over a long distance using a repetitive cycle of measurements.

In this thesis, we propose three contributions. The first one consists of the UHF RFID antennas characterization bench we propose to measure the performances of this antenna with an automated low-cost measurement platform. In the second contribution, we propose a new configuration of RFID-UHF tag antennas for a range of industrial traceability applications. The performances of the proposed RFID-UHF tag antennas were evaluated by electromagnetic simulation using 'CST Microwave Studio' commercial software and by measurements. Finally, in the third contribution, we focused our attention on extending the field of application of this technology to the field of RFID-UHF food product sensors. The main idea of this study is because the RFID tag antenna (which plays here the role of a sensor) is sensitive to its environment, which modifies its properties. The measurement of the variation in the concentration of two solutions (Sugar, NaCl, and Alcohol) was carried out in this section by measuring the activation power of the tag.

The measurement system proposed in this thesis has several advantages. For instance, this is a low cost, noninvasive and rapid measurement system, which has the possibility of sending measurements over a long distance using a repetitive cycle of measurements.

**Keywords:** RFID-UHF, TAG Sensors, Antennas, Flexible Antenna, IC-Chip, Matching, Platform, Characterization.

