



THÈSE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne

pour le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE RENNES 1
Mention : Traitement du signal et télécommunications

Ecole doctorale Matisse

présentée par

Wafa ABDOUNI

préparée à l'unité de recherche 6164 IETR
Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes
Université de Rennes 1 – UFR SPM

**Développement et
caractérisation de
matériaux magnéto-
diélectriques pour la
miniaturisation des
antennes imprimées**

**Thèse à soutenir à Rennes
le 1^{er} Décembre 2009**

devant le jury composé de :

Xavier BEGAUD

Maître de conférences à TELECOM ParisTech -
COMELEC / *Rapporteur*

Jean-Marc RIBERO

Professeur à l'université de Nice - Sophia Antipolis -
LEAT / *Rapporteur*

Patrick QUEFFELEC

Professeur à l'UBO - LabSTIIC / *Examineur*

Eric AKMANSOY

Maître de Conférences à l'université Paris 11 - IEF /
Examineur

Divitha SEETHARAMDOO

Chargé de recherche à l'INRETS / *Examineur*

Ala SHARAIHA

Professeur à l'université de Rennes 1 - IETR /
Directeur de thèse

Anne-Claude TAROT

Maître de conférences à l'université de Rennes 1 -
IETR / *Co-directeur de thèse*

Résumé

Dans le domaine des hyperfréquences, le défi à relever est clair : fabriquer à moindre coût des dispositifs miniatures et performants. Ces contraintes imposent l'engagement d'une profonde mutation des dispositifs actuels. L'utilisation de nouveaux matériaux devient donc une solution à considérer. Dans ce contexte, les études de matériaux tiennent donc une place stratégique. Des matériaux magnéto-diélectriques naturels et artificiels sont étudiés dans ce mémoire. Après un état de l'art sur la miniaturisation des antennes imprimées à l'aide de matériaux magnéto-diélectriques, nous proposons une étude sur les performances des antennes imprimées sur ce type de matériau. Des matériaux magnéto-diélectriques naturels de type « composites » ont été développés, réalisés et utilisés comme substrat pour miniaturiser des antennes patch. La caractérisation des matériaux magnéto-diélectriques artificiels est généralement considérée comme une tâche très difficile en raison de leur comportement dispersif résonant. Plusieurs méthodes telles que la méthode d'inversion, d'intégration des champs ou encore des méthodes analytiques ont été étudiées. Un matériau magnéto-diélectrique artificiel à base de métasolénoïdes (métamatériaux) a été caractérisé théoriquement et expérimentalement puis utilisé comme substrat d'une antenne patch pour réduire sa taille.

Mots clés : Matériaux magnéto-diélectriques, matériaux composite, métamatériaux, caractérisation de matériaux, miniaturisation d'antennes, antennes imprimées.

Abstract

In the microwave range, the challenge is to produce at lower cost and high performance miniature devices. The use of new materials becomes a necessity. In this context, studies of materials take a strategic role. The natural and artificial magneto-dielectric materials are studied in this thesis. After a state of out on the miniaturized printed antennas using magneto-dielectric materials, a study is proposed on the performance of antennas printed on such materials. The magneto-dielectric materials like natural "composites" have been developed, implemented and used as a substrate for patch antennas miniaturization. The characterization of artificial magneto-dielectric materials is usually considered as a very difficult task due to their dispersive resonant behaviour. Several methods such as the inversion method, integration of the field or analytical methods have been developed and compared. A magneto-dielectric material based on artificial metasolenoïds (metamaterials) has been characterized theoretically and experimentally and used as a substrate of a patch antenna to reduce its size.

Key words: Magneto-dielectric materials, composite materials, metamaterials, materials characterization, antenna miniaturization, printed antenna.