

Université des Sciences et de la Technologie
Houari Boumediene

Faculté d'Electronique et d'Informatique

Thèse présentée par

Rachid OUSSAID*

**Modélisation des matériaux – Influence de la microstructure sur
le comportement fréquentiel**

Résumé

Depuis quelques années, les recherches se sont portées activement sur de nouveaux types de matériaux hétérogènes absorbants : les matériaux chiraux. Un matériau chiral consiste en une dispersion aléatoire d'inclusions dans une matrice polymère ou céramique. Ces inclusions sont le plus souvent des hélices métalliques ou céramiques. Un intérêt particulier a été réservé à l'étude des interactions micro-ondes avec les matériaux chiraux durant les deux dernières décennies. Depuis, une attention particulière a été consacrée à la chiralité électromagnétique et ses applications potentielles aux micro-ondes et aux structures guidées. Par conséquent, plusieurs phénomènes intéressants ont été observés et plusieurs applications ont été suggérées. Afin de pouvoir étudier ce nouveau type de matériaux et de dégager les applications potentielles, une modélisation préalable de la réponse de ces nouveaux matériaux lorsqu'ils sont soumis à des champs électromagnétiques est donc nécessaire. Notre travail peut être scindé en quatre parties. Dans la première étape, nous présentons les principales propriétés des milieux chiraux. Nous exposons ainsi les relations constitutives des milieux chiraux, la résolution des équations de Maxwell dans ce type de milieu et la propagation dans un milieu spatialement infini. La deuxième partie porte sur les méthodes de résolution des équations de Maxwell dans les milieux chiraux. On développe dans ce cadre une méthode particulièrement inédite, basée sur l'élaboration d'un formalisme mathématique appelé "formalisme des opérateurs transverses et longitudinaux". La troisième partie est consacrée à l'étude théorique de la propagation guidée dans les milieux chiraux. Nous présentons, ainsi les résultats numériques obtenus par la programmation de ces équations et nous analysons ainsi les caractéristiques de propagation des ondes électromagnétiques dans une structure guidée remplie de matériaux chiraux. Les résultats de l'analyse ont été comparés à ceux publiés par ailleurs. Cela nous a permis de retrouver des résultats similaires à ceux déjà publiés moyennant une approche théorique, basée sur le formalisme des opérateurs et utilisant le concept des valeurs et vecteurs propres pour le découplage des équations. La propagation guidée étant maîtrisée, nous nous sommes intéressés, dans la quatrième partie, au problème des interfaces diélectrique / chiral puis celui de la plaque chirale plongée dans l'air. Les résultats auxquels on a abouti, nous permettent de nous renseigner sur l'effet de l'incidence d'une onde électromagnétique sur un milieu chiral et la quantification réelle des capacités d'absorption du milieu sous test. La cinquième et dernière partie est consacrée à un aperçu des techniques de mesures.

* Thèse de Doctorat d'Etat

Directeur de thèse : Mr B. HARAOUBIA, professeur à l'USTHB