



Proposition de Stage de Master M2

Antenne & Métamatériaux actifs

Contexte scientifique et objectifs:

Ce stage se déroulera dans le cadre d'une collaboration avec Thales Systèmes Aéroportés et porte sur le développement d'antennes et de matériaux pour des applications radar sur avions notamment militaires.

Lorsqu'on est amené à concevoir une antenne unidirectionnelle, ce qui est le cas pour beaucoup d'applications ou l'antenne doit rayonner vers l'extérieur et préserver l'intérieur de toute pollution radioélectrique, on place généralement l'antenne au dessus d'un réflecteur ou d'une cavité absorbante.

La solution sur cavité absorbante est simple mais la moitié du rayonnement est perdue. Les absorbants sont lourds et ont des caractéristiques difficilement reproductibles. De plus la cavité est dimensionnée à un quart de longueur d'onde à la fréquence basse d'utilisation. Le poids et volume occupé deviennent alors un problème pour des applications basses fréquences sur un avion de petite taille.

L'autre technique plus efficace consiste à utiliser un réflecteur composé d'un très bon conducteur électrique pour récupérer le rayonnement perdu dans la première solution. Cette technique est optimale en milieu de bande où l'on obtient un phénomène d'interférences constructives en plaçant ce réflecteur à un quart de longueur d'onde (à la fréquence centrale) de l'antenne mais de nouveau volumineuse à basses fréquences.

Il apparait donc difficilement concevable de conjuguer efficacité de rayonnement et faible encombrement. Cependant parmi les métamatériaux [RAH 06], ceux que l'on nomme conducteurs magnétiques artificiels (CMA) ont des caractéristiques remarquables. Alors qu'un conducteur métallique réfléchit les ondes et impose un déphasage de π , les conducteurs magnétiques n'introduisent pas de déphasage. Il devient alors possible de positionner l'antenne au plus proche de ce nouveau réflecteur. L'antenne unidirectionnelle est alors de faible épaisseur [BEG 11].

Une méthode classique qui a été proposée par Sievenpiper [SIE 99] pour caractériser les conducteurs magnétiques artificiels est la méthode dite du diagramme de phase. Cette méthode consiste à illuminer la surface à caractériser à l'aide d'une onde plane et sous une incidence normale. On compare ensuite l'écart de phase qui existe entre l'onde incidente et l'onde réfléchie. Les interférences constructives se produisent lorsque l'écart de phase est compris entre $-\pi/2$ et $+\pi/2$ et on définit ainsi la bande passante du conducteur magnétique artificiel.

Si maintenant le conducteur magnétique artificiel comprend des composants actifs, on peut alors montrer que ce diagramme de phase devient notamment dépendant des paramètres de commande de ces composants actifs [BRA 04].

L'objectif de ce stage est de démontrer la faisabilité de tels conducteurs magnétiques artificiels actifs, puis de l'associer à une antenne.

Telecom ParisTech est aujourd'hui reconnue sur ce domaine de recherche et le candidat retenu bénéficiera d'un environnement où plusieurs chercheurs travaillent sur des applications connexes et ont mis en place de nombreux outils pour la caractérisation de tels matériaux. D'autre part, ce stage se déroulera dans le cadre d'une **collaboration avec Thales Systèmes Aéroportés** qui a déjà donné lieu à plusieurs stages et thèses sur ce domaine. Pour mieux appréhender les méthodes de travail dans l'industrie, le stagiaire pourra aussi effectuer un séjour dans l'entreprise.

Ce stage est la première étape menant à une thèse qui se déroulera dans le cadre cifre.



Travail proposé :

Les objectifs de ce stage sont donc les suivants :

- Analyser toutes les solutions proposées aujourd'hui pour répondre aux contraintes d'encombrement, de largeur de bande et de diagramme de rayonnement utilisant des métamatériaux. C'est une recherche bibliographique.
- Concevoir et simuler un ou plusieurs CMA actifs.
- Valider les résultats par la mesure.

Connaissances requises :

L'étudiant devra avoir de bonnes connaissances en électromagnétisme et de préférence connaître les outils de simulation électromagnétique (ADS, Microwave Studio ...), ainsi que les techniques de mesures hyperfréquences.

Personnes à contacter :

Xavier Begaud	Tél. : 01 45 81 76 26,	Xavier.Begaud@telecom-paristech.fr
Anne-Claire Lepage	Tél. : 01 45 81 81 23,	Anne-Claire.Lepage@telecom-paristech.fr
Christian Renard	THALES, 2 av. Gay Lussac 78851 Elancourt Cedex - France	

Référence :

- [RAH 06] Rahmat-Samii, Y.; , "Metamaterials in Antenna Applications: Classifications, Designs and Applications," Antenna Technology Small Antennas and Novel Metamaterials, 2006 IEEE International Workshop on , pp. 1- 4, March 6-8, 2006.
- [BEG 11] Begaud X., "Wideband antennas and Artificial Magnetic Conductors", Chap. 9 in Non-Standards Antenna, Wiley-ISTE, April 2011.
- [SIE 99] Sievenpiper D. F., High-Impedance Electromagnetic Surfaces, Thèse de l'Université de Californie Los Angeles, USA, 1999.
- [BRA 04] Bray, M.G.; Werner, D.H., "A broadband open-sleeve dipole antenna mounted above a tunable EBG AMC ground plane, " Antennas and Propagation Society International Symposium, 2004. IEEE , vol.2, no., pp. 1147- 1150 Vol.2, 20-25 June 2004.