

# Méthode de conception de déphaseurs à métamatériaux par l'utilisation de lignes composites équilibrée et non équilibrée

**Soutenance de thèse de Jonathan VIVOS**  
**Le 14 novembre 2019 à 10h00**

**Auditorium de l'ONERA**  
**2 Avenue Édouard Belin**  
**31000 Toulouse**

## Jury

M. Bruno SAUVIAC	Professeur	Laboratoire Hubert Curien, Université Jean Monnet	Rapporteur
Mme Hélène ROUSSEL	Professeur	Laboratoire d'Electronique et Electromagnétisme, Université Pierre et Marie Curie	Rapporteur
M. Raphaël GILLARD	Professeur	Institut d'électronique et de télécommunications de Rennes, INSA	Examinateur
M. Ricardo GUTIERREZ	Ingénieur	Thales Alenia Space	Examinateur
M. Jérôme SOKOLOFF	Maître de Conférences	Laboratoire PLAsma et Conversion d'Energie, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier	Directeur de thèse
M. Thomas CREPIN	Ingénieur	AIRBUS, anciennement ONERA	Co-directeur de thèse
M. Michel-François FOULON	Ingénieur	Thales Alenia Space	Encadrant
M. Vincent GOBIN	Ingénieur	ONERA/DEMR	Encadrant

## Résumé

Pour effectuer une recombinaison sans pertes des signaux dans des structures parallèles telles que les matrices de Butler, il est nécessaire d'utiliser des déphaseurs, structures généralement constituées de deux lignes de transmissions déphasées entre elles. Le contrôle du déphasage dans ces équipements peut être obtenu par l'ajustement de la longueur d'une des lignes, ou par le rajout d'éléments en parallèle tels des lignes couplées ou des stubs. Cependant, ces solutions ne permettent pas de répondre aux nombreuses spécifications du déphaseur dans un contexte industriel. Les métamatériaux, structures composées de plusieurs éléments très petits devant la longueur d'onde, pourraient répondre aux différentes contraintes de par leur grand nombre de degrés de liberté. Il existe des lignes à métamatériaux déjà utilisées dans ce but. Cependant un cas particulier de ligne, la ligne équilibrée, est utilisée lors de la conception des déphaseurs.

L'objectif de cette thèse est alors de concevoir des déphaseurs à métamatériaux en exploitant au maximum leurs degrés de liberté, c'est-à-dire sans se restreindre aux cas des lignes équilibrées. Pour cela, nous avons mis en œuvre une méthode de conception dédiée permettant d'obtenir à partir du cahier des charges d'un déphaseur des solutions aux performances suffisantes à leur intégration dans des systèmes industriels très contraints. Nous avons réalisé à l'aide de la méthode des prototypes de déphaseurs 180° sur une largeur de bande de 20% en bande C [4.95 GHz -6.05 GHz] afin de valider notre méthode de conception et d'en démontrer l'efficacité.

**Mots-Clés :** Métamatériau, déphaseur, Charge utile de satellite, CRLH, méthode