



Titre Thèse	Codage par métasurfaces pour le contrôle de faisceaux	
(Co)-Directeur	Éric LHEURETTE	E-mail : eric.lheurette@iemn.univ-lille1.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
Laboratoire	IEMN	Web :
Equipe	DOME	Web :
	Contrat Doctoral Etablissement	Lille 1 <input checked="" type="checkbox"/> UVHC <input type="checkbox"/> ECL <input type="checkbox"/> ISEN-YNCREA <input type="checkbox"/>
Financement prévu	Président-Région <input type="checkbox"/>	Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser : DGA
Acquis <input type="checkbox"/>	Président- Autre <input type="checkbox"/> Préciser	DGA – Autre <input type="checkbox"/> Préciser
	Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Type	Autre <input type="checkbox"/>

Résumé du sujet :

Proposé au début du 21^{ème} siècle, le concept de métamatériau a introduit de nouvelles perspectives pour le contrôle de la propagation des ondes. Basés sur l'utilisation de motifs résonants sous longueur d'onde, les métamatériaux peuvent être appréhendés comme des milieux effectifs caractérisés par des paramètres constitutifs (permittivité et perméabilité) pouvant prendre des valeurs très supérieures ou très inférieures à l'unité, voire négatives. Cette propriété s'est avérée prometteuse pour plusieurs domaines d'application dont l'imagerie, le contrôle de la polarisation et du rayonnement d'antenne et l'absorption des ondes électromagnétiques. Plus récemment, l'intérêt s'est focalisé sur les métasurfaces pour lesquelles la structuration sous-longueur d'onde est agencée suivant un plan. À fonctionnalité équivalente, les métasurfaces offrent plusieurs avantages par rapport aux métamatériaux volumiques. Sur le plan physique, en limitant la pénétration de l'onde électromagnétique à de faibles épaisseurs, il est possible de diminuer l'influence des pertes inhérente à l'interaction avec des inclusions résonantes. Sur le plan pratique, les métasurfaces sont basées sur des arrangements planaires de motifs, ce qui est compatible avec les procédés de fabrication utilisés à la fois dans les technologies optiques (couches minces) et radiofréquences (circuits imprimés). Le contrôle de la réfraction d'une onde au moyen d'une métasurface exploite la loi de Snell-Descartes généralisée qui relie le chemin électromagnétique à une variation de phase dans le plan de la structure. De nombreux auteurs ont proposé des ingénieries de cette variation de phase sous forme de gradients pour les domaines de l'optique et des micro-ondes.

Une alternative consiste à agencer la métasurface sous la forme d'une matrice de pixels à deux dimensions. Dans le contexte d'une logique binaire, les états logiques « 1 » et « 0 » se distinguent par deux valeurs de phase à la réflexion qui diffèrent de 180°. Les prémices de cette approche sont décrites dès 2007 avec une structuration sous forme d'échiquier qui a connu des améliorations récentes. La notion de codage par métasurfaces a été généralisée par T. J Cui et constitue une concrétisation importante des métamatériaux numériques conceptualisés par N. Engheta.

Le principal objectif de cette thèse est de tirer parti de ces nouvelles perspectives du codage par métasurfaces pour la réduction de la Section Équivalente Radar (SER) dans le domaine des ondes décimétriques et centimétriques. À l'occasion de précédents travaux, nous nous sommes concentrés sur la conception et la caractérisation expérimentale de métasurfaces absorbantes en configurations périodique ou désordonnée exploitant des modes de résonance magnétique. Pour cette nouvelle étude, l'approche est différente car l'agencement de pixels dans le plan est destiné à réorienter le faisceau incident dans une ou plusieurs directions hors menace. Pour cette application, il peut être pertinent de considérer non seulement des structurations périodiques mais également aperiodiques. Cette possibilité de réorientation d'un faisceau incident présente également un intérêt dans le domaine des télécommunications militaires tactiques. Cette seconde application pourra également être considérée dans le cadre de cette thèse en mettant notamment l'accent sur les possibilités de configurabilité par programmation offertes par ces métasurfaces numériques.