



# Ingénierie de métasurfaces désordonnées pour le contrôle de propriétés optiques

Soutenance de thèse - Eslam El Shamy

**Vendredi 08 Octobre 2021, à 14h00**

Ecole Polytechnique, Palaiseau  
(Amphithéâtre Arago)

## Composition du jury :

Yannick DE WILDE	LuMIn, ENS Paris-Saclay	Examineur
Christophe SAUVAN	LCF, OGS Université Paris Saclay	Examineur
Antoine MOREAU	Institut Pascal, Université Clermont Auvergne	Rapporteur
Anne-Laure FEHREMBACH	Institut Fresnel, Université de Provence	Rapporteuse
Julien JAECK	ONERA	Encadrant de thèse
Riad HAÏDAR	ONERA	Directeur de thèse
Patrick BOUCHON	ONERA	Co-directeur de thèse

## Résumé :

Les métasurfaces sont des objets artificiels qui offrent un contrôle sur les propriétés optiques en absorption, en phase et en polarisation. Elles sont généralement conçues à partir d'antennes de dimensions sub-longueur d'onde, répétées périodiquement pour couvrir de grandes surfaces. La périodicité simplifie la conception théorique et l'analyse expérimentale, mais elle introduit de la diffraction qui peut être néfaste aux applications, et par ailleurs elle n'est pas compatible avec toutes les techniques de fabrication. Les travaux de cette thèse se sont portés sur l'influence du désordre sur le comportement absorbant et radiatif de métasurfaces utilisant des résonateurs à gap plasmon comme brique de base. Dans une première partie, la diffusion causée par l'introduction de désordre dans un ensemble 1D de nano-antennes Métal-Isolant-Métal (MIM) a été étudiée à l'aide d'une méthode modale.

L'énergie est redistribuée de la diffraction ou de l'absorption vers la diffusion lorsqu'on introduit un désordre de position. Cette diffusion a la particularité d'être signée spectralement, et n'existe pas en dehors de la résonance de l'antenne. Ces prédictions théoriques ont été validées expérimentalement en exploitant le fait que la diffusion se fait uniquement dans un plan pour un réseau unidimensionnel. Dans une deuxième partie, les résultats ont été étendus à un autre type de nano-antenne composé de sillons métalliques. Cette configuration se décrit par un modèle monomode, rendant possible une résolution électromagnétique quasi-analytique, qui de fait est plus rapide que des méthodes exactes. Des configurations plus complexes de désordre de résonateurs ont pu être étudiées. Ainsi, des combinaisons de résonateurs ayant des longueurs d'onde différentes, peuvent se voir affecter des désordres de position différents. Nous avons montré que le comportement d'une combinaison désordonnée peut se déduire des comportements individuels, étendant des résultats démontrés sur les combinaisons périodiques.

**Mots clés :** Désordre, Nanoantennes, Plasmonique, Infrarouge