

Nom Briere.....  
 Prénom Gauthier.....  
 Numéro étudiant 21614521 .....  
 Adresse email pérenne briere.gauthier@gmail.com.....  
 Discipline Physique.....  
 Laboratoire / équipe de recherche CRHEA/Flatlight.....

**En français (obligatoire)**

Titre de la thèse **Réalisation de méta-optiques à base de matériaux semi-conducteurs III-V pour des applications dans le visible**

Sous-titre de la thèse .....

Mots-clés **Métasurfaces, Méta-Optiques, Méta-lentille, Méta-hologramme, Holographie, Moment angulaire orbital, Lithographie par Nanoimprint, Sublimation sélective, Composants optiques, Efficacité de diffraction, Matériaux semi-conducteurs, Nitrure de Gallium, Nanostructures, Réseau à fort contraste d'indice.**

Depuis de récentes années de nouveaux composants optiques ont fait leur apparition. Ces composants connus sous les noms de « Méta-optiques » ou encore « Métasurfaces », rendent possible le contrôle et la mise en forme du front d'onde de la lumière permettant alors de mettre en forme n'importe quel faisceau incident et ainsi créer des fonctionnalités optiques classiques telles que focaliser ou dévier la lumière, ou alors des fonctionnalités aux propriétés surprenantes telle que la réalisation de méta-hologramme dépendant en polarisation. En effet, grâce à l'arrangement périodique de résonateurs de dimensions géométriques sous-longueur d'onde, il est alors possible d'obtenir un contrôle local arbitraire du faisceau incident. Néanmoins, même si de nombreuses applications ont pu être démontré dans la communauté, seuls quelques matériaux se retrouvent être compatibles pour le développement industriel de ces composants. De plus, afin de passer de composant passif à actif, pour la réalisation de composant dynamique, il est nécessaire de passer de matériau diélectrique à matériau semi-conducteur. C'est pourquoi dans ces travaux, nous nous sommes intéressés à l'utilisation d'un matériau semi-conducteur qui est le Nitrure de Gallium pour la réalisation de composants métasurfaciques. Nous présentons alors dans un premier temps une étude numérique des nanostructures utilisées lors de ces travaux. Puis nous montrons comment est réalisée la conception de nos méta-optiques en présentant la méthode de design et les procédés de nanofabrications employés, notamment une nouvelle technique de gravure, compatible uniquement avec les matériaux cristallins et préservant leurs propriétés optiques. Nous exposons ensuite différentes applications où nos composants sont utilisés telles que : la réalisation de métalentilles de large ouverture numérique et de large surface, l'optimisation de réseaux métasurfaciques permettant d'atteindre des efficacités de diffraction supérieur à 80% ou encore la réalisation expérimentale de méta-hologramme permettant de conserver l'information du moment angulaire orbitale du faisceau incident.

**In english (mandatory)**

Thesis title **Development of meta-optics based on III-V semiconductor materials for applications in the visible range.**

Thesis sub-title .....

Keywords **Metasurfaces, Meta-optics, Metalenses, Meta-hologram, Holography, Orbital angular momentum, Nanoimprint lithography, Selective Area Sublimation, Optical components, Diffraction efficiency, Semiconductor materials, Gallium Nitride, Nanostructures, High contrast gratings.**

In the past years, new optical components have appeared. These components, known as "meta-optics" or "metasurfaces", made it possible to control and to shape the wavefront of the light. This allows the control of any incident beam and the creation of conventional optical functionalities, such as focusing or deflecting the light, or functionalities with additional features such as the possibility of creating polarization-dependent meta-holograms. Indeed, thanks to the periodic arrangement of resonators with sub-wavelength geometric dimensions, it is possible to obtain an arbitrary local control of the incident beam. Nevertheless, even though many applications have been demonstrated in the community, only a few materials are found to be compatible for the industrial development of these components. In addition, in order to pass from passive to active components for the fabrication of dynamic devices, it is necessary to switch from dielectric materials to semiconductor materials. For these reasons, we are interested in the use of a semiconductor material, Gallium Nitride, for the development of metasurface components. We first present a numerical study of the nanostructures used during this work. Then, we show how the design of our meta-optics is done by presenting the numerical conception method and nanofabrication processes used, which includes a new etching technique compatible only with crystalline materials while preserving their optical properties. Finally, we suggest different applications where our components can be used, such as: the development of metalenses with high numerical aperture and large surface; the optimization of metasurface high contrast gratings allowing to reach diffraction efficiencies higher than 80%; or the fabrication of meta-holograms preserving the information of the orbital angular momentum of the incident beam.