



HAL
open science

Réflexion non-spéculaire d'un faisceau gaussien spatialement modulé en phase

Yuliya Dadoenkova, I.A. Glukhov, Sergey Moiseev, F.F.L. Bentivegna

► **To cite this version:**

Yuliya Dadoenkova, I.A. Glukhov, Sergey Moiseev, F.F.L. Bentivegna. Réflexion non-spéculaire d'un faisceau gaussien spatialement modulé en phase. 20ème Conférence Horizons de l'Optique (Optique Dijon 2021), Jul 2021, Dijon, France. hal-03276011

HAL Id: hal-03276011

<https://hal.science/hal-03276011v1>

Submitted on 1 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RÉFLEXION NON-SPÉCULAIRE D'UN FAISCEAU GAUSSIEN SPATIALEMENT MODULÉ EN PHASE

Yuliya S. Dadoenkova^{1,2}, Igor A. Glukhov^{1,2}, Sergey G. Moiseev², Florian F. L. Bentivegna¹

¹ Lab-STICC (UMR 6285), CNRS, ENIB, 29238 Brest Cedex 3, France

² Université d'État d'Ulyanovsk, 432017, Ulyanovsk, Fédération de Russie

dadoenkova@enib.fr

RÉSUMÉ

Nous décrivons le décalage et la déformation que subit, lorsqu'il se réfléchit sur une lame diélectrique isotrope, un faisceau gaussien dont la phase est modulée spatialement dans un plan perpendiculaire à son vecteur d'onde principal. Nous proposons un modèle théorique analytique et une simulation numérique de ces effets, et montrons l'influence du taux de modulation sur la valeur des décalages spatial et angulaire que subit le faisceau dans le domaine micro-ondes.

MOTS-CLEFS : *décalages de faisceau ; effet Goos-Hänchen ; modulation de phase d'un faisceau gaussien*

1. INTRODUCTION

Les décalages latéraux et angulaires que subit un faisceau lors de sa réflexion ont fait l'objet, ces dernières décennies, de nombreuses études [1]. L'enjeu est double : contrôler précisément la valeur de ces décalages et les exploiter pour une large gamme d'applications, de la conception de capteurs ultra-sensibles (champs électriques et magnétiques, substances biologiques ou chimiques, résonances plasmoniques de surface, température...) à celle de dispositifs photoniques (interrupteurs, routeurs, dé/multiplexeurs...). Nous nous intéressons ici à la possibilité de moduler spatialement la phase d'un faisceau gaussien [2] afin d'obtenir un paramètre supplémentaire de contrôle des décalages qu'il subit à la réflexion sur une lame diélectrique.

2. CONFIGURATION, DÉFINITIONS ET RÉSULTATS

Nous considérons une lame diélectrique à faces planes et parallèles, non-magnétique, d'indice de réfraction n_F et d'épaisseur d entourée d'air (Fig. 1). Les dimensions latérales de la lame sont supposées très supérieures à d .

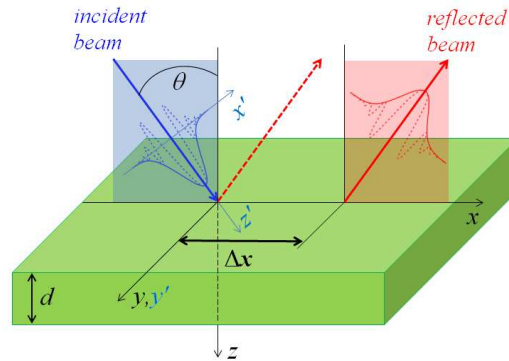


Fig. 1 : Schéma de la réflexion d'un faisceau gaussien sur une lame diélectrique. Dans le plan d'incidence, le faisceau réfléchi présente un décalage latéral Δx par rapport à la direction de réflexion spéculaire.

Nous étudions la réflexion d'un faisceau incident gaussien bi-dimensionnel dont la phase est modulée spatialement. Le faisceau réfléchi subit, dans le plan d'incidence, un décalage latéral Δx par rapport à la position attendue pour une réflexion purement spéculaire, qui s'accompagne en général d'un léger décalage angulaire, également dans le plan d'incidence. Ce comportement généralise l'effet Goos-Hänchen [3].

Sans perte de généralité, nous pouvons considérer une onde polarisée s , dont l'unique composante du champ électrique a pour amplitude complexe $E_y^{(i)}$, avec :

$$E_y^{(i)}(x', z') = E_{y0} \sqrt{\frac{w_0}{w(z')}} \exp\left[-\frac{1}{w^2(z')} x'^2\right] \exp\left[-i\frac{\xi}{w_0^2} x'^2\right] \exp\left[i\eta(z') - ik_0 z' - ik \frac{1}{2R(z')} x'^2\right]. \quad (1)$$

Dans cette expression apparaissent les paramètres caractéristiques usuels (rayon du faisceau w , waist w_0 , rayon du front d'onde R et phase de Gouy η) d'un faisceau gaussien, mais aussi ξ , le *taux de modulation spatiale de la phase du champ*. Ce paramètre influence profondément les effets de réflexion non-spéculaire du faisceau gaussien, ce que la simulation numérique montre par exemple pour un faisceau de waist $w_0 = 8,85$ mm et de longueur d'onde centrale 2,912 mm en incidence sous un angle $\theta = 25^\circ$ sur une lame de quartz fondu d'épaisseur $d = 8,33$ mm (Fig. 2).

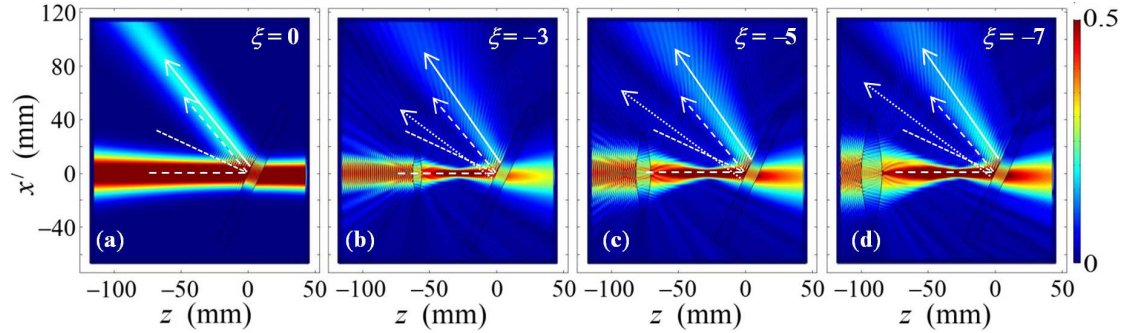


Fig. 2 : Distribution de l'amplitude normalisée des champs électriques incident, réfléchi et transmis pour un angle d'incidence $\theta = 25^\circ$ et différentes valeurs du taux de modulation spatiale de la phase du champ incident : (a) $\xi = 0$; (b) $\xi = -3$; (c) $\xi = -5$; et (d) $\xi = -7$. La flèche tiretée indique la direction de réflexion spéculaire et les flèches pointillée et pleine les faisceaux réfléchis primaire et secondaire.

Sur cet exemple, en l'absence de modulation de phase ($\xi = 0$), le décalage latéral du faisceau ne dépasse pas $0,3 w_0$. et le décalage angulaire est d'environ 2° . L'introduction d'une modulation spatiale de la phase (par exemple en plaçant une lentille parabolique sur le trajet du faisceau incident) a pour résultats une augmentation *contrôlée* (d'un facteur pouvant excéder 2) du décalage latéral, une déformation du faisceau réfléchi et l'apparition d'un faisceau réfléchi secondaire. Le décalage angulaire atteint environ 8° pour $\xi = -7$. Notre étude généralise cet exemple à une large gamme d'angles d'incidence et de taux de modulation de la phase du faisceau, et montre qu'une telle modulation offre un moyen supplémentaire d'exalter les valeurs des décalages de faisceaux et, potentiellement, d'améliorer la sensibilité et l'efficacité de dispositifs exploitant ces décalages.

RÉFÉRENCES

- [1] K. Y. Bliokh and A. Aiello, "Goos-Hänchen and Imbert-Fedorov beam shifts: an overview," J. Opt., vol. 15, 14001, 2013.
- [2] A. A. Zharov, N. A. Zharova, and A. A. Zharov, Jr., "Phase control of the giant resonant Goos-Hänchen shift," JETP Letters, vol. 112, pp. 65-70, 2020.
- [3] F. Goos and H. Hänchen, "Ein neuer und fundamentaler Versuch zur Totalreflexion," Ann. der Phys., vol. 1, pp. 333-346, 1947.