

## Modélisation De La Diffraction Des faisceaux Laser D'ordre supérieur

Karima Mihoubi<sup>1</sup>, Abdelhalim Bencheikh<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'optique appliquée, institut d'optique et de mécanique de précision, université  
Sétif

<sup>2</sup>Département sciences et techniques, faculté des sciences et de la technologie, université BBA

### RESUME

Dans notre travail on a fait une modélisation de la diffraction des faisceaux lasers de type Hermite-Gauss d'ordre multiple afin de trouver un modèle mathématique général exprimant les distributions du champ électrique et de l'intensité lumineuse, ce développement facilite la caractérisation des faisceaux lasers après diffraction (calcul du facteur de qualité  $M^2$ , etc...), d'autre part les faisceaux obtenus après diffraction peuvent avoir des formes intéressantes .

Author Correspondence, e-mail: [mihoubi\\_ka@yahoo.fr](mailto:mihoubi_ka@yahoo.fr)

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1. Etude De La Diffraction Du Faisceau HGm0 Par Un Diaphragme

Dans ce travail on s'intéresse à la modélisation mathématique et à la simulation de la diffraction des faisceaux Hermite Gauss d'ordre multiple par un diaphragme dans la zone du plan focal. Tout ce travail a été fait pour l'objectif de la réalisation de toute la famille de Faisceaux Hermite Gauss HGm0 à partir de l'ordre le plus élevé de la famille en utilisant un diaphragme d'ouverture variable (ouverture d'amplitude). Au cours de cette présentation on va montrer la validité de notre proposition à travers les équations et les courbes. [1].

#### 1.2 Calcul De Décalage Focal

Le phénomène de décalage focal devient plus important quand le faisceau subit une, troncature, alors pour cette raison on va montrer dans la présente présentation l'effet de la troncature sur le décalage focal. Il est à noter que le décalage focal s'évalue en général en utilisant l'intensité sur l'axe[2], tel que le maximum d'intensité sur l'axe correspond au foyer réel. nous avons proposé une autre technique qui permet d'évaluer le décalage focal, cette

technique est basée sur l'évaluation de la largeur du faisceau, la largeur minimale correspond à l'intensité maximale. [3].

## 2. RESULTAS ET DISCUSSION

On utilise l'expression de champ tiré par la diffraction de Fresnel-Kirchhoff[4], mais dans ce cas on a  $z \neq f$  donc l'expression de champ devient :

$$E(x) = c \exp\left(\frac{-j\pi\xi^2}{\lambda z}\right) \int_{-a}^{+a} \tau(\xi) E_{in}(\xi) \left[ \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}\left(\left(\frac{2x\xi}{z}\right) - x^2\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{f}\right)\right)\right] + j \sin\left[\frac{\pi}{\lambda}\left(\left(\frac{2x\xi}{z}\right) - x^2\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{f}\right)\right)\right] \right] dx \quad (1)$$

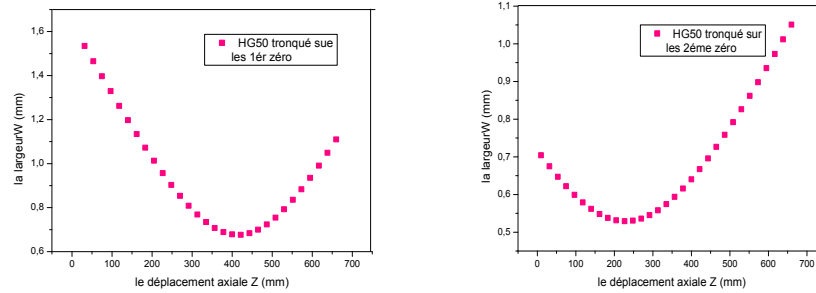
D'où l'intensité lumineuse est donnée en élevant au carré l'amplitude du champ

$$I(x) = \frac{1}{\lambda^2 f^2} \left[ \left| \int_{-a}^{+a} \tau(\xi) E_{in}(\xi) \left[ \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}\left(\left(\frac{2x\xi}{z}\right) - x^2\left(\frac{f-z}{f*z}\right)\right)\right] \right] dx \right|^2 + \left| \int_{-a}^{+a} \tau(\xi) E_{in}(\xi) \left[ \sin\left[\frac{\pi}{\lambda}\left(\left(\frac{2x\xi}{z}\right) - x^2\left(\frac{f-z}{f*z}\right)\right)\right] \right] dx \right|^2 \right] \quad (2)$$

et la relation du largeur est donné par:

$$w_x(z) = 2 \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \int_{-a}^{+a} I(x) dx}{\int_{-a}^{+a} I(x) dx}} \quad (3)$$

Pour pouvoir présenter la courbe de l'intensité hors le plan focal on a besoin de déterminer la valeur de Z pour cela on va étudier le phénomène du décalage focal des faisceaux Hermite-Gauss. On a choisé de présenter l'étude pour le faisceau(HG50). On utilise la relation (3), et on trace l'évolution de la largeur on fonction du déplacement z. Les résultats obtenus sont illustré dans les graphes de la figure 1.



(a) (b)

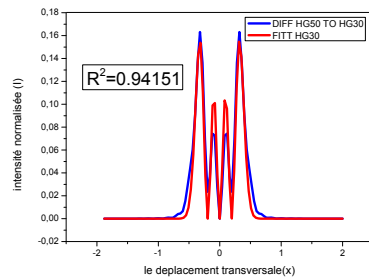
**Fig.1.** Variation de la largeur d'un faisceau HG<sub>50</sub> sur les a:1<sup>er</sup> et b:2<sup>ème</sup> zéro

Les valeurs du décalage focale les différentes faisceaux HG<sub>m0</sub> trouvé a partir du graphe de la largeur sont résumé dans le tableau 1

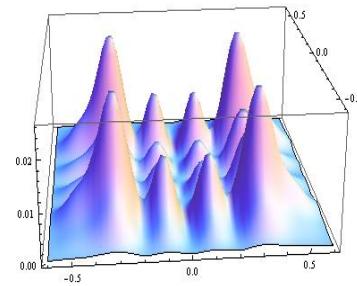
**Table 1.** Les valeur des Z ainsi que le décalage focal.

HG50		
	1 <sup>er</sup> zéro	2 <sup>ème</sup> zéro
Z	493	61
$\Delta f$	7	439

Pour pouvoir présenter les courbes de distribution d'intensité hors le plan focal, on a utilisé la valeur des "Z" trouvé à partir du tableau 1. Et pour s'assurer de la transformation des faisceaux HG<sub>m0</sub>, on a appliqué aussi des fits de faisceau, et on a présenté notre courbe transformé par une représentation 3D. Les fits obtenus avec leurs caractéristiques statiques sont représentés ci-dessous. tel que,  $R^2$  sont les paramètres statistiques caractérisant le fit.

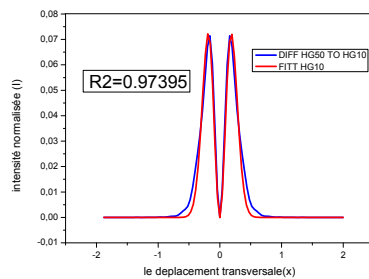


(a)

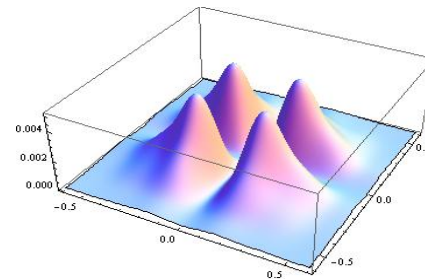


(b)

**Fig.2.** Transformation de  $HG_{50}$  à  $HG_{30}$ , (a):le fit de la distribution  $HG_{30}$ , (b):la représentation 3D



(a)

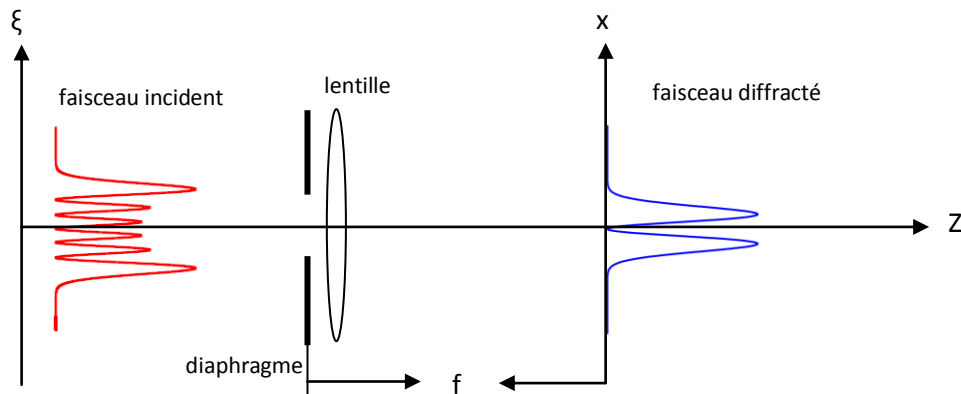


(b)

**Fig.3.** Transformation de  $HG_{50}$  à  $HG_{10}$ , (a):le fit de la distribution  $HG_{10}$ , (b):la représentation 3D.

### 3. EXPERIMENTAL

Le principe de la technique utilisé est schématisé sur la figure (4). Le schéma contient : initialement un faisceau  $HG_{m0}$  traverse un diaphragme d'ouverture variable .puis focalisé par une lentille de focale  $f=500\text{mm}$  (dans le but de rapprocher le champ lointain). finalement l'observation de la figure de diffraction se fait autour du plan focal.



**Fig.4.** Le principe de transformation d'un faisceau HGm0 Par un diaphragme.

#### 4. CONCLUSION

de notre résultat, nous pouvons conclure que:

la diffraction des faisceaux Hermit-Gauss tronqués sur ses zéro donne des résultats en de hors du plan focal, pour cela, nous avons fait une étude de décalage focale basée sur le calcul de la largeur du faisceau. Que la diffraction des faisceaux antisymétriques (ordre impair) sur ses zéros donne des faisceaux antisymétriques d'ordre inférieur au faisceau incident, et la même chose pour les faisceaux symétriques (ordre pair) mais dans le nouveau plan focal.

#### 5. REFERENCES

- [1] Juguan G, Ping Y, Yaping Z. Optik. 124, 2013, 5858-5862.
- [2] Baida L, Runwu P. Optics and laser technology. 2003, (35), 435-440.
- [3] Tang B, Wen W. Optics Communications. 2009, (282)2281-2285
- [4] Baida. L, Hong. M. Optics communications. 2000, (100), 103.