



**HAL**  
open science

# Propriétés des zones de dégénérescence dans un laser solide pompé longitudinalement

Nicolas Barré, Marco Romanelli, Marc Brunel

► **To cite this version:**

Nicolas Barré, Marco Romanelli, Marc Brunel. Propriétés des zones de dégénérescence dans un laser solide pompé longitudinalement. COLOQ 14, Congrès de la SFO Optique 2015, 2015, Rennes, France. hal-02507930

**HAL Id: hal-02507930**

**<https://hal.science/hal-02507930v1>**

Submitted on 13 Mar 2020

**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.



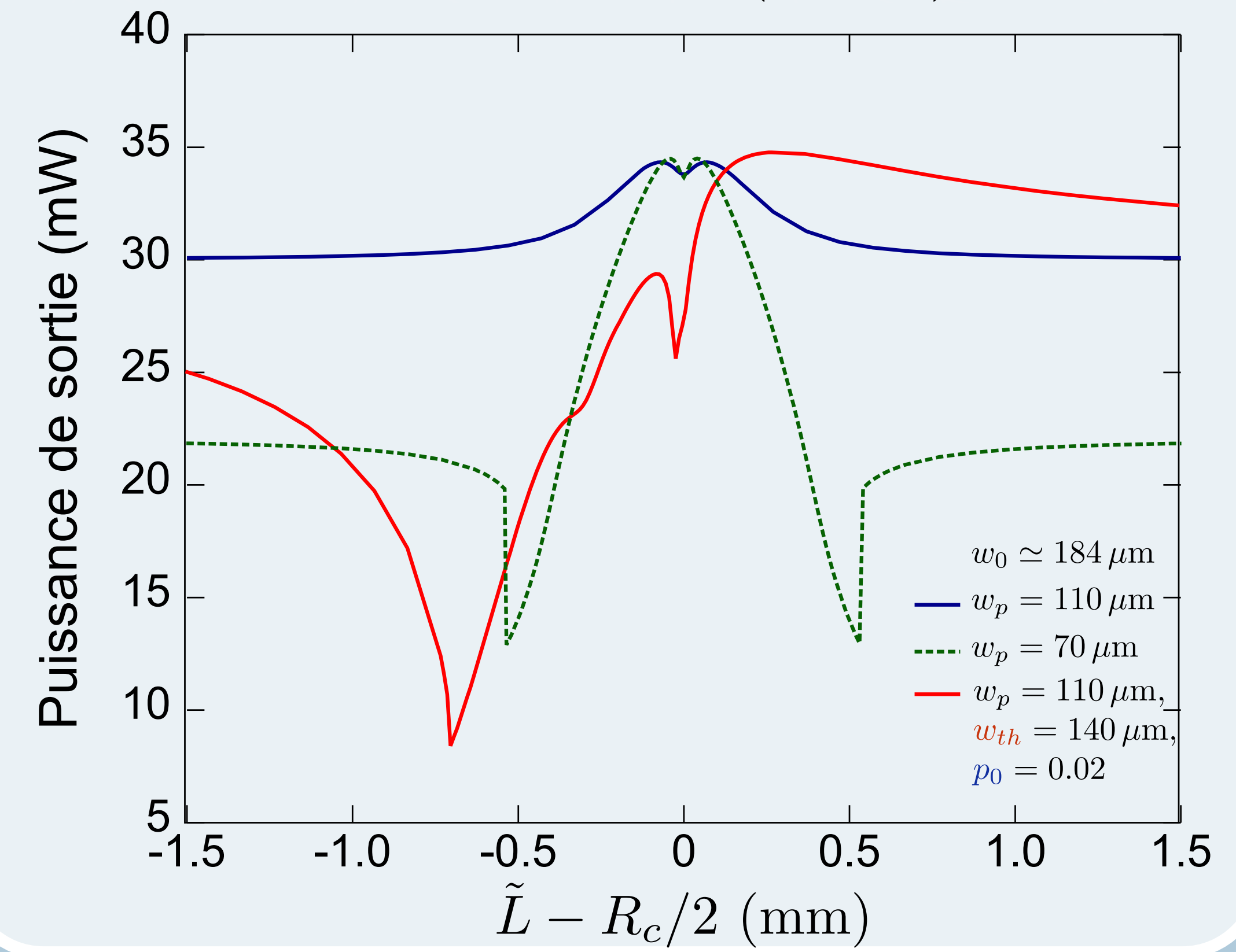
**Motivation :** analyse des modes transverses dans les lasers solides à pompage axial [Laguerre-Gauss (LG), Ince-Gauss (IG), géométriques, ...].

→ Cas particuliers des zones de dégénérescence ( $L = R_c/2, 3R_c/4, \dots$ )

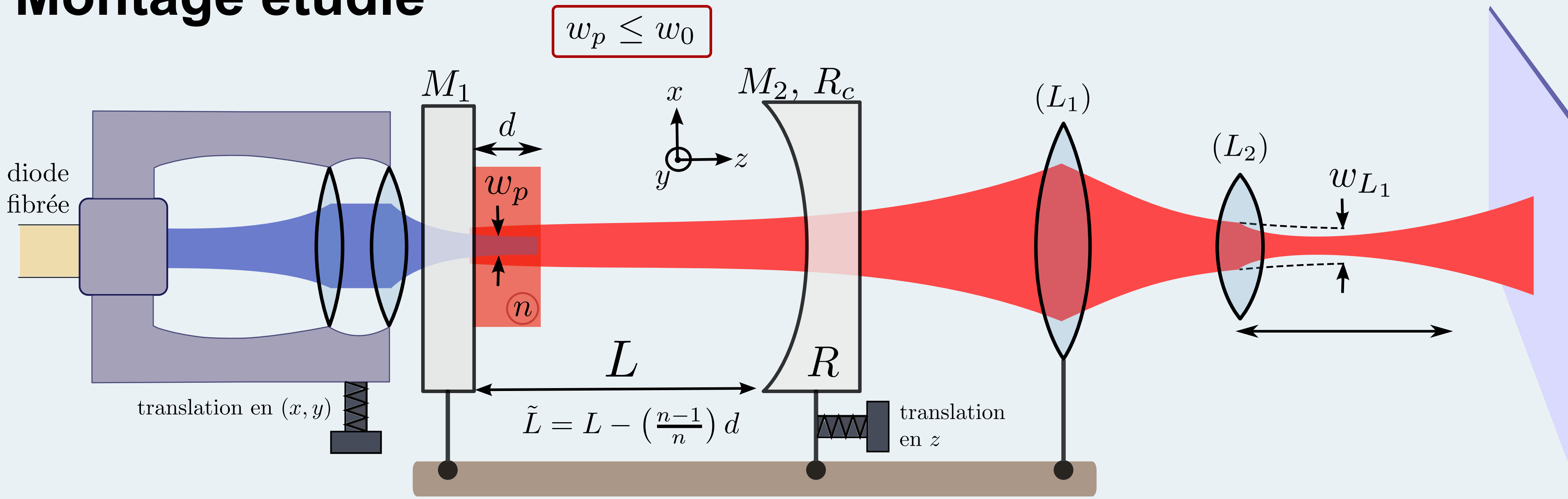
- questions**
- rôle de la lentille thermique, conséquence sur la puissance ?
  - rôle de la position et de la dimension de la zone pompée ?
  - sélection d'un mode LG ou IG unique ?

## Simulation Fox-Li

- propagation : Angular Spectrum
- lentille thermique :  $\exp\left(\nu p_0 e^{-2r^2/w_{th}^2}\right)$
- $d \ll z_R \Rightarrow$  une seule feuille de gain
- $M_2$  : masque de phase sphérique  $\exp\left(-i \frac{2\pi}{\lambda R_c} r^2\right)$



## Montage étudié



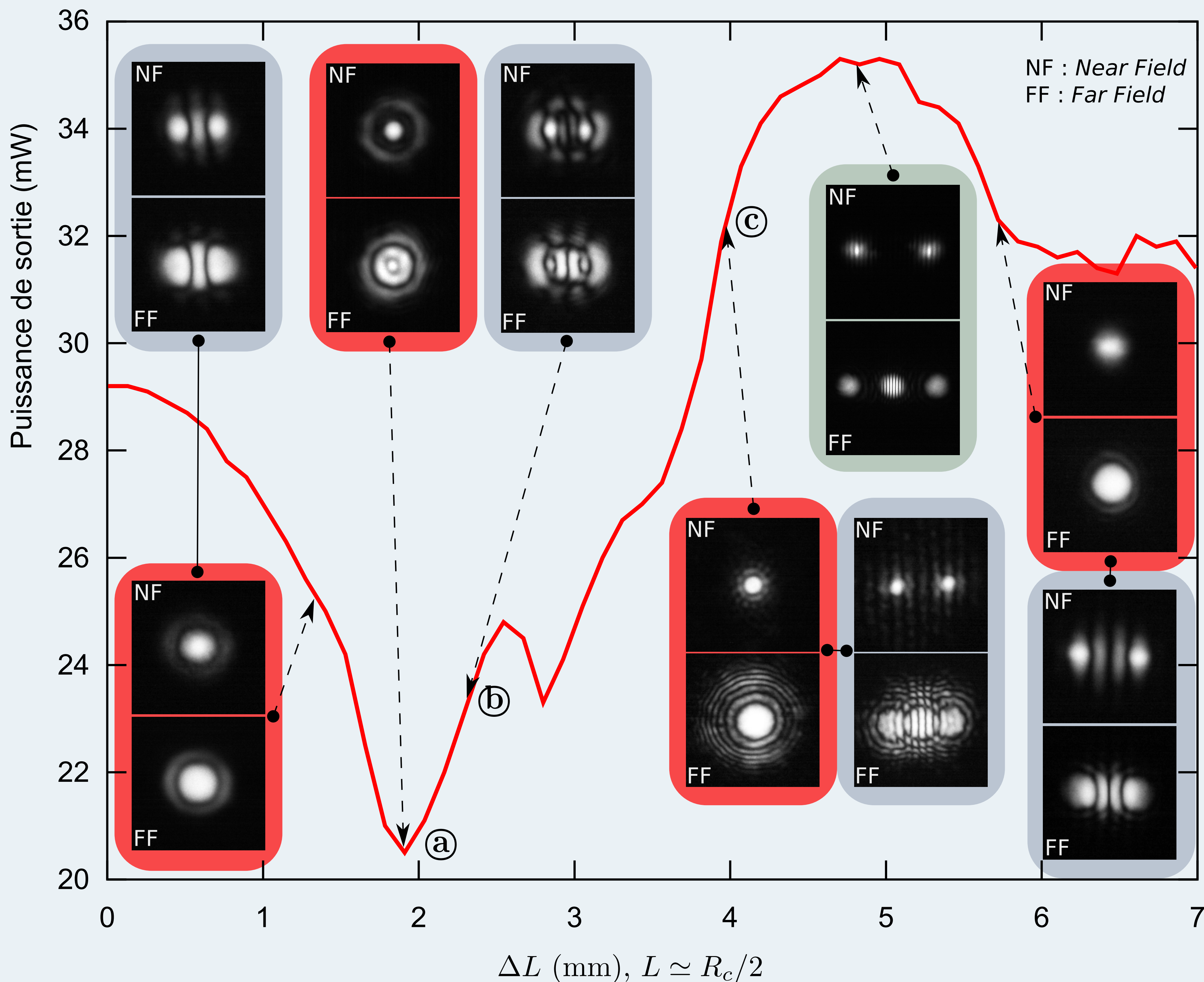
## Observations expérimentales autour de la dégénérescence $L = R_c/2$

$R_c = 20 \text{ cm}$   
 $d = 5 \text{ mm}$   
 $R = 98\%$   
 $n = 1,82$  (Nd:YAG)

- pompage axial
- pompage hors axe
- $w_p > w_0$  fortement hors axe

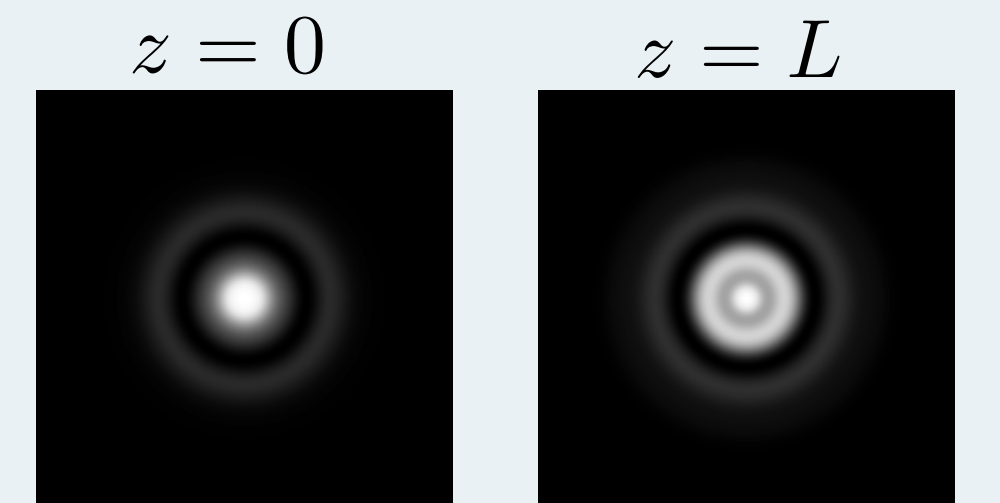
Accord avec d'autres expériences :

- [1] Flood et al. (1990)
- [2] Dingjan et al. (2001)
- [3] Chen et al. (2003)
- [4] Bandres et al. (2004)

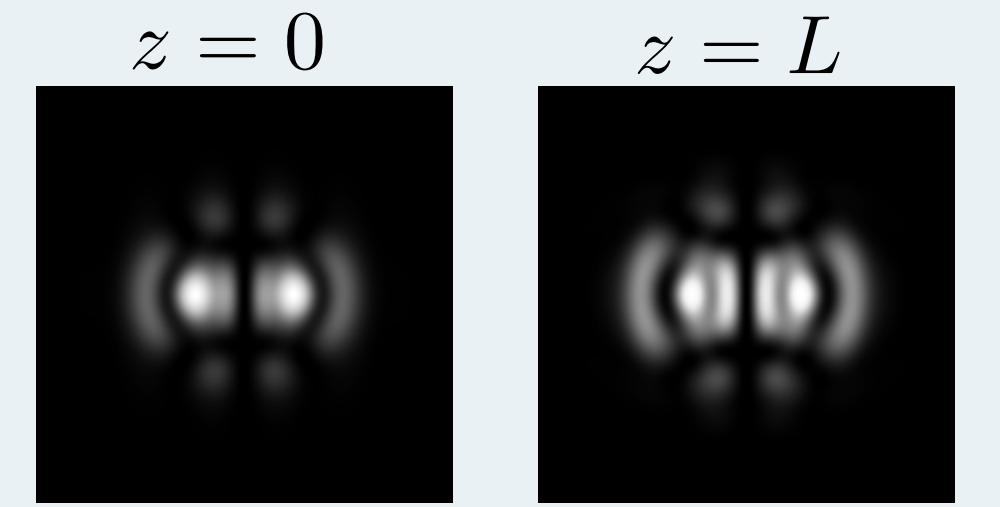


## Résultats de simulation

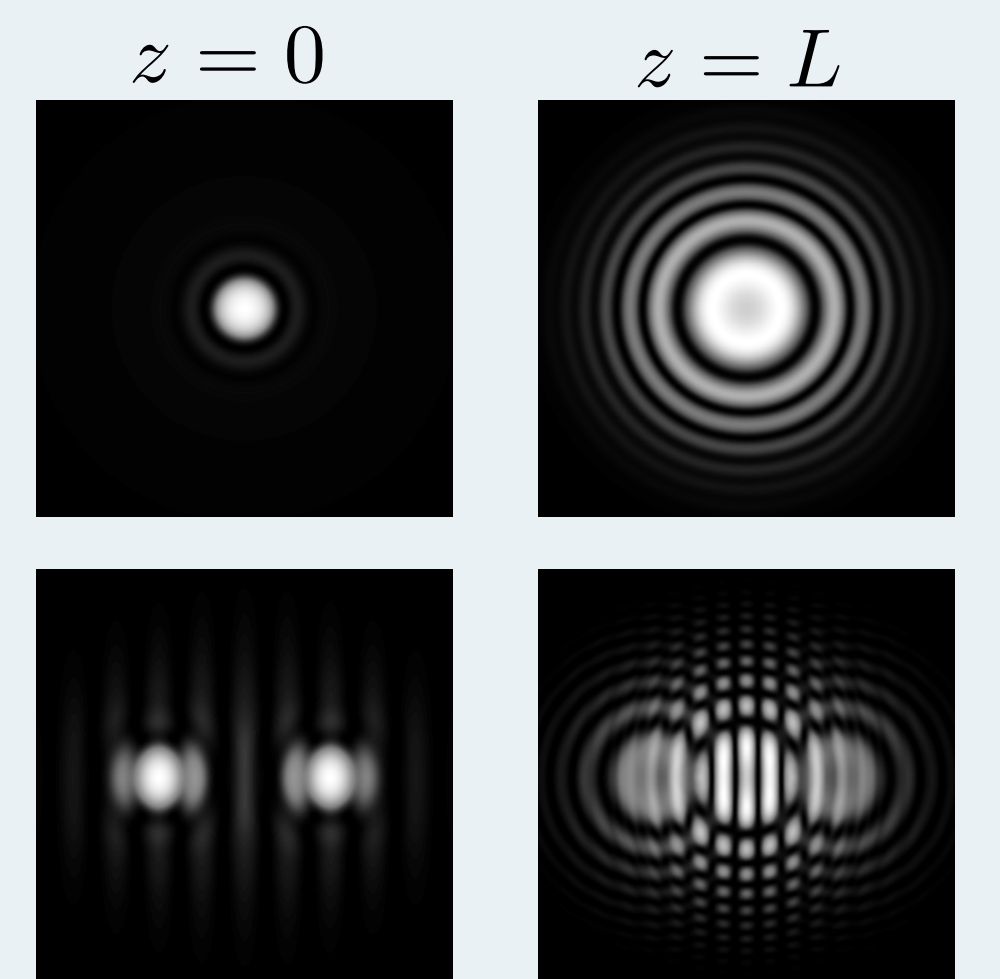
### (a) modes quasi-LG



### (b) modes quasi-IG



### (c) modes géométriques



Très bon accord avec l'expérience.

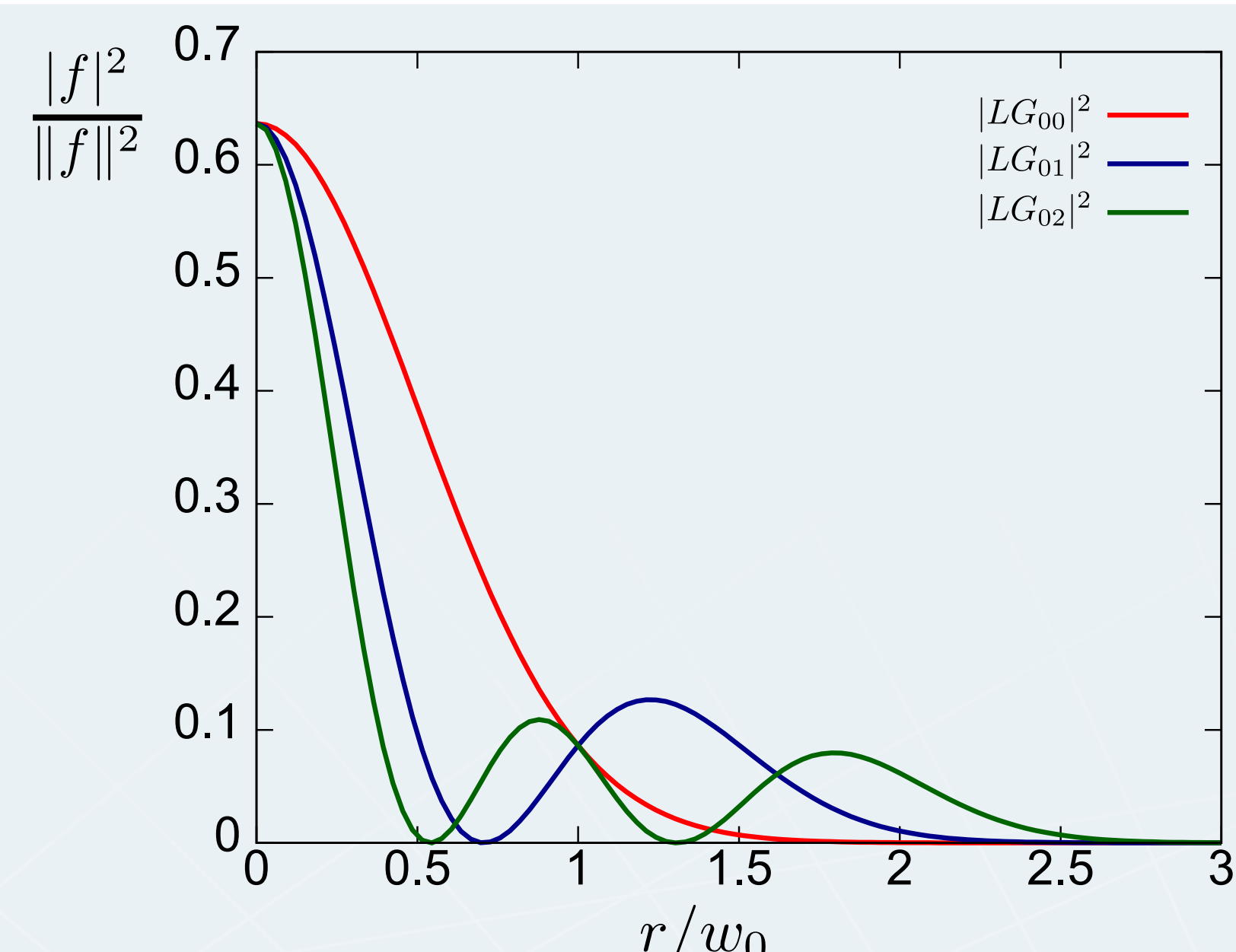
## Excitation de modes d'ordre supérieur ?

Dans le régime linéaire, la valeur propre associée à un mode propre de la cavité peut s'écrire :

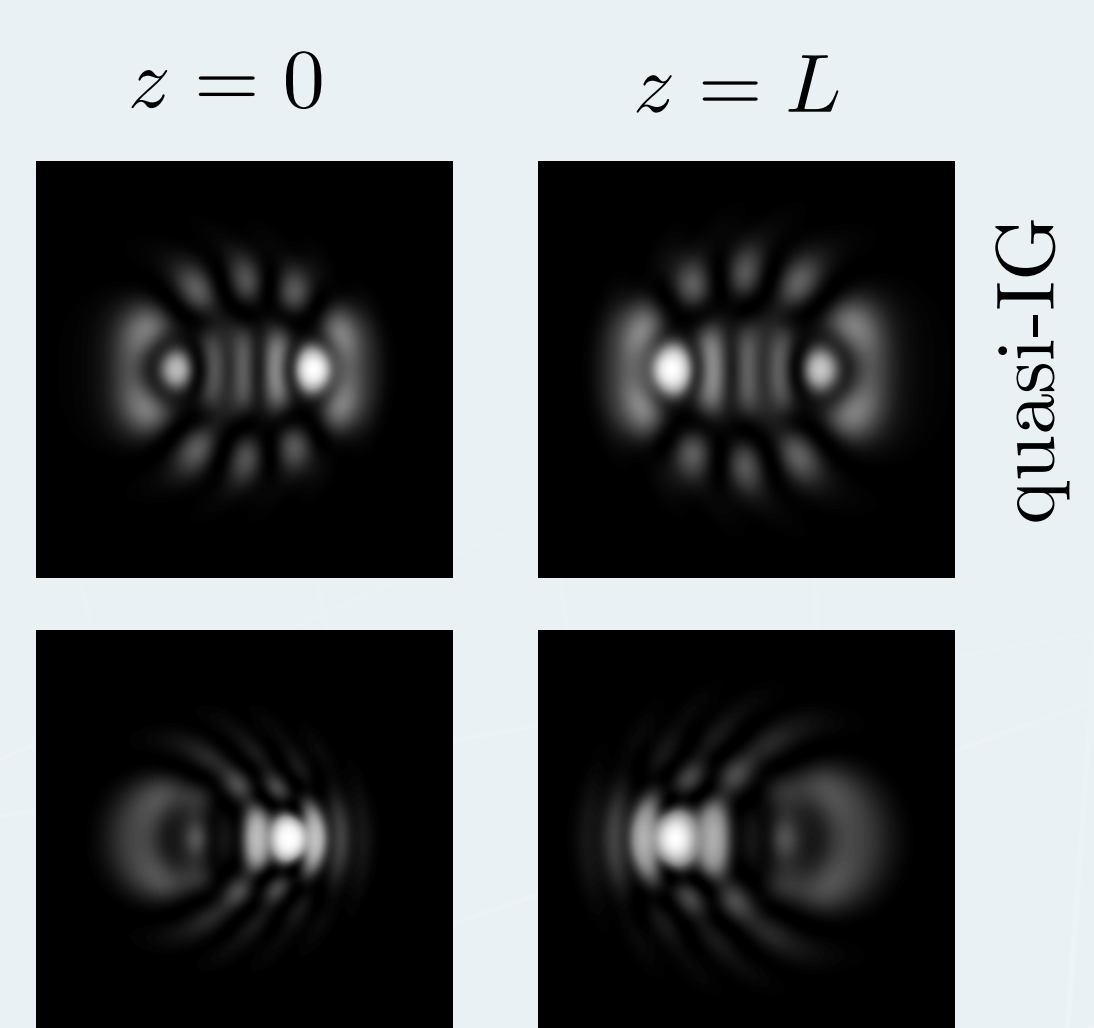
$$\lambda_f \simeq e^{i\Psi} r \left( 1 + 2d \int \frac{|f(x, y)|^2}{\|f\|^2} g_0(x, y) dx dy \right),$$

où  $r = \sqrt{R}$ ,  $g_0$  est le gain petit signal et  $f$  est le profil du mode considéré dans un plan du milieu actif.

**Il est impossible d'exciter un mode Laguerre-Gauss pur avec une pompe gaussienne, même en pompant très petit.**



## $L = 3R/4$



## Conclusion

- La dégénérescence peut aussi être une contrainte sur les modes propres et mener à une chute importante de la puissance de sortie
- Très grande sensibilité à de petits effets sur la phase
- Excitation de modes d'ordre supérieur non triviale

## Perspectives

- Vérification de l'hypothèse de lentille thermique avec un milieu actif de  $dn/dT < 0$
- Étude de la situation de pompage gros (vortex)