

PIMS05 : Voir à travers ¹ le brouillard



Stefano Zangiacomi, Matthieu Porte, Valentin Magro, Alexandre Chopin et Julien Hebraud

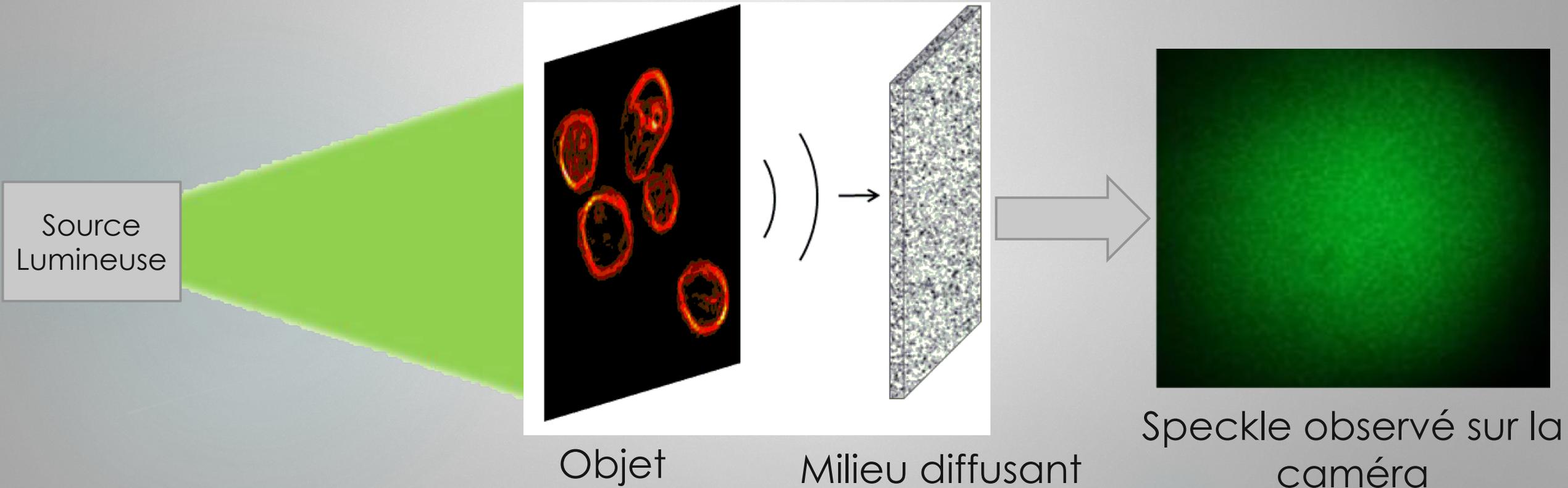
Contexte

L'imagerie à travers des milieux diffusants est un des challenges majeur de l'optique et apparait dans de nombreux domaines.

- ▶ Astronomie : Observation d'objets célestes à travers les turbulences atmosphériques.
- ▶ Biologie : Imagerie à travers des tissus biologiques.
- ▶ Défense : Observation terrestre sous toute condition météo

Peut-on reconstruire fidèlement un objet à partir de la figure de speckle ?

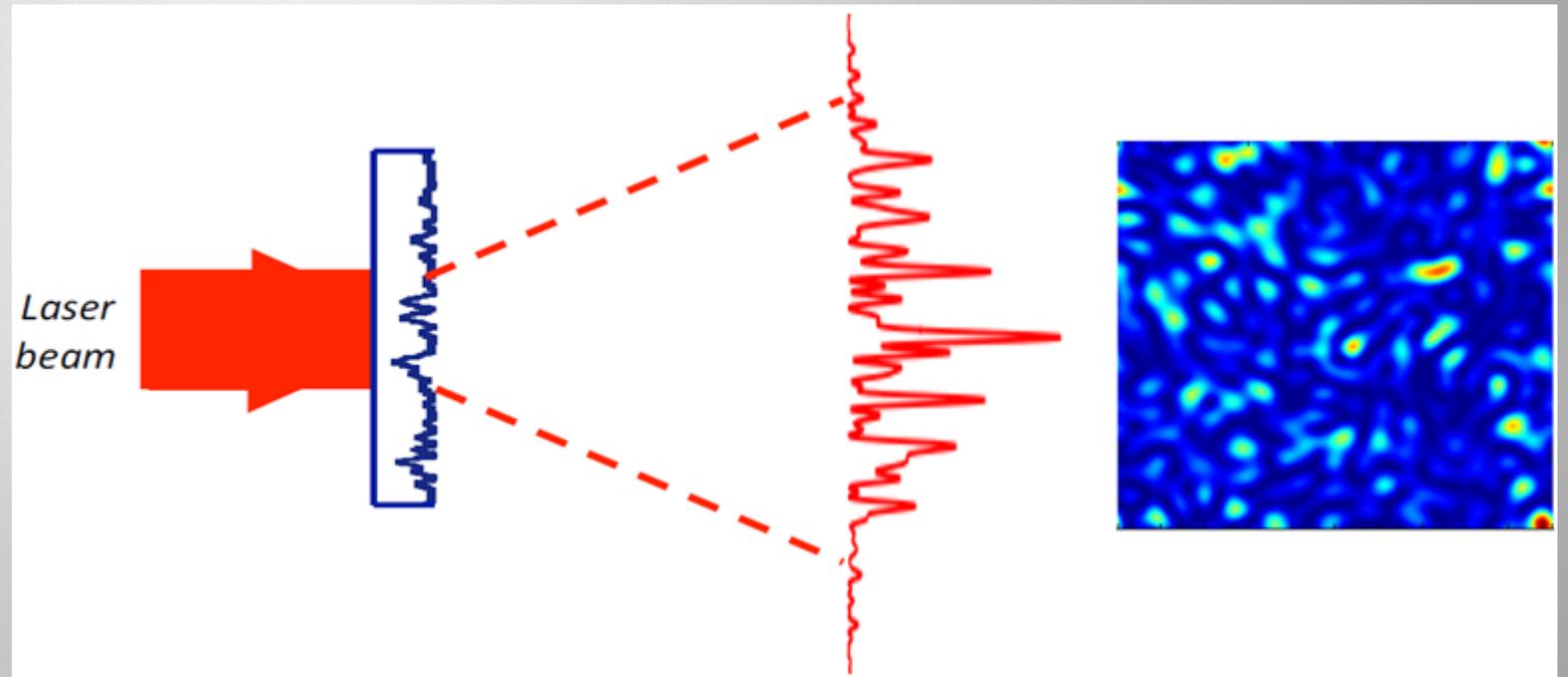
3



Le Speckle, c'est quoi ?

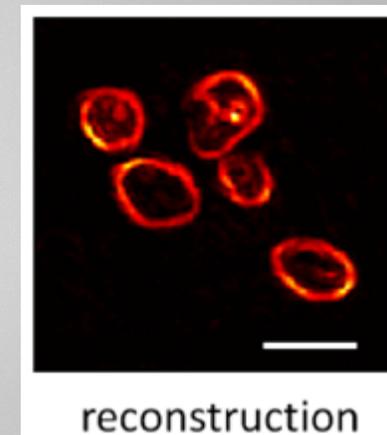
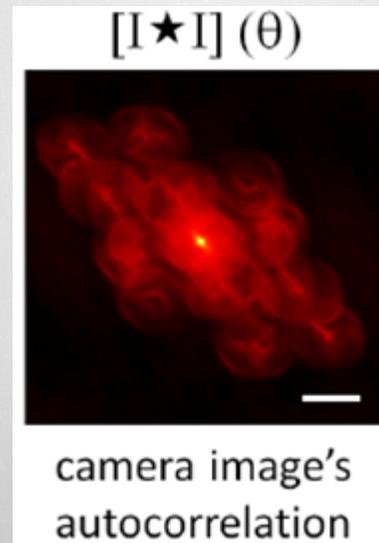
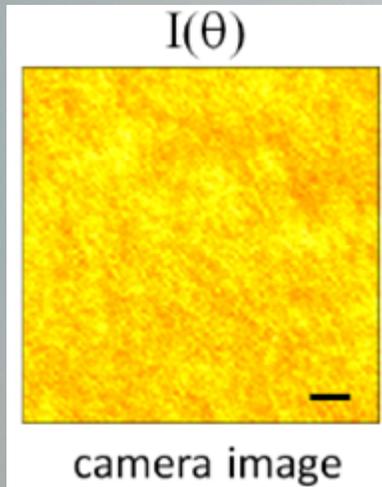
4

- ▶ Le Speckle est une figure d'interférence caractérisée par une répartition de l'éclairement irrégulière et aléatoire dû à la propagation en milieu diffusant (irrégularités de surface, variations spatiales et temporelles aléatoires d'indice de réfraction).



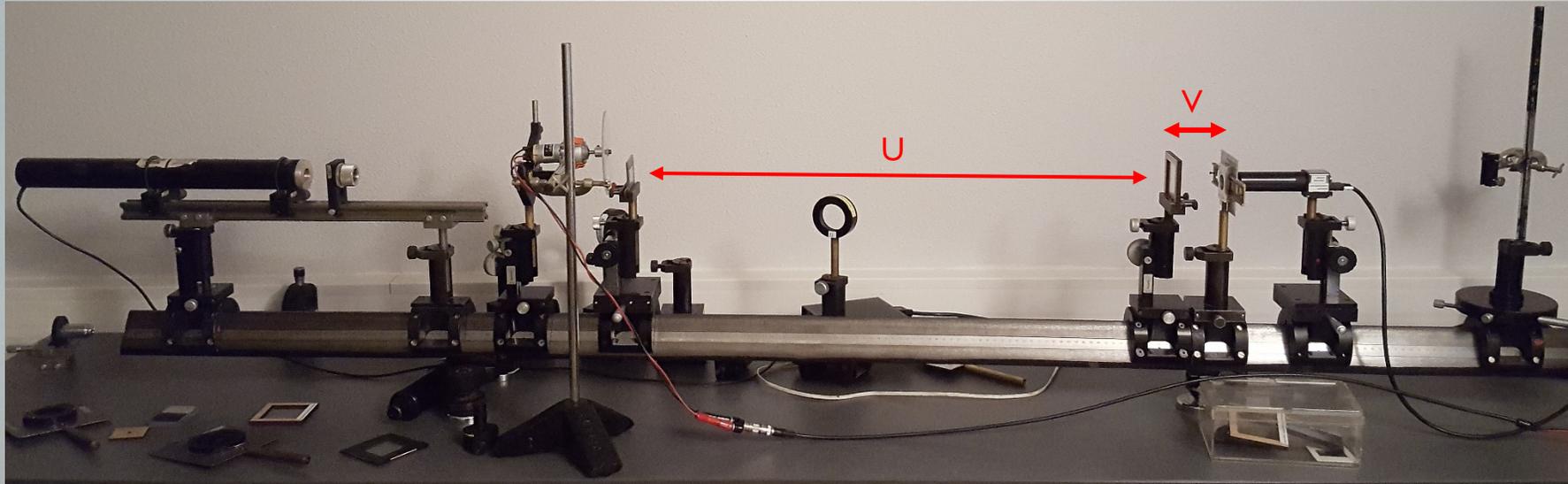
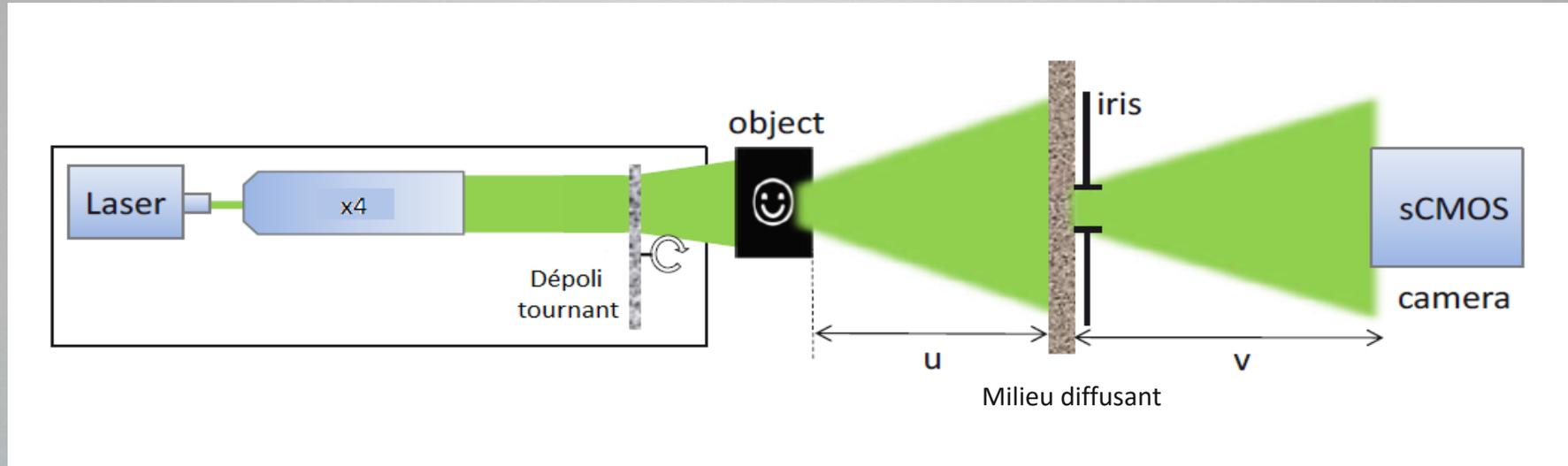
Reconstruction de l'objet

- ▶ Une caméra enregistre la figure de speckle. Elle donne que l'information sur la répartition de l'éclairement mais pas sur la phase.
- ▶ Cependant il reste de l'information dans l'autocorrélation du speckle, car elle est égale à l'autocorrélation de l'objet.
- ▶ Grâce à l'autocorrélation de l'image on peut remonter à l'objet



Montage expérimental

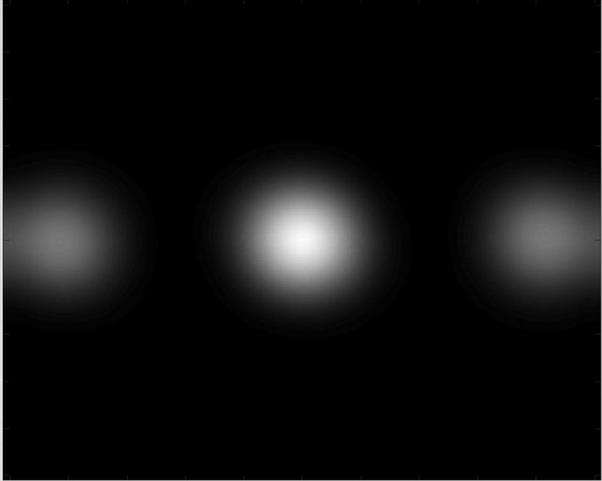
6



Pour un objet composé de deux trous espacés de 1,4 mm



Autocorrélation

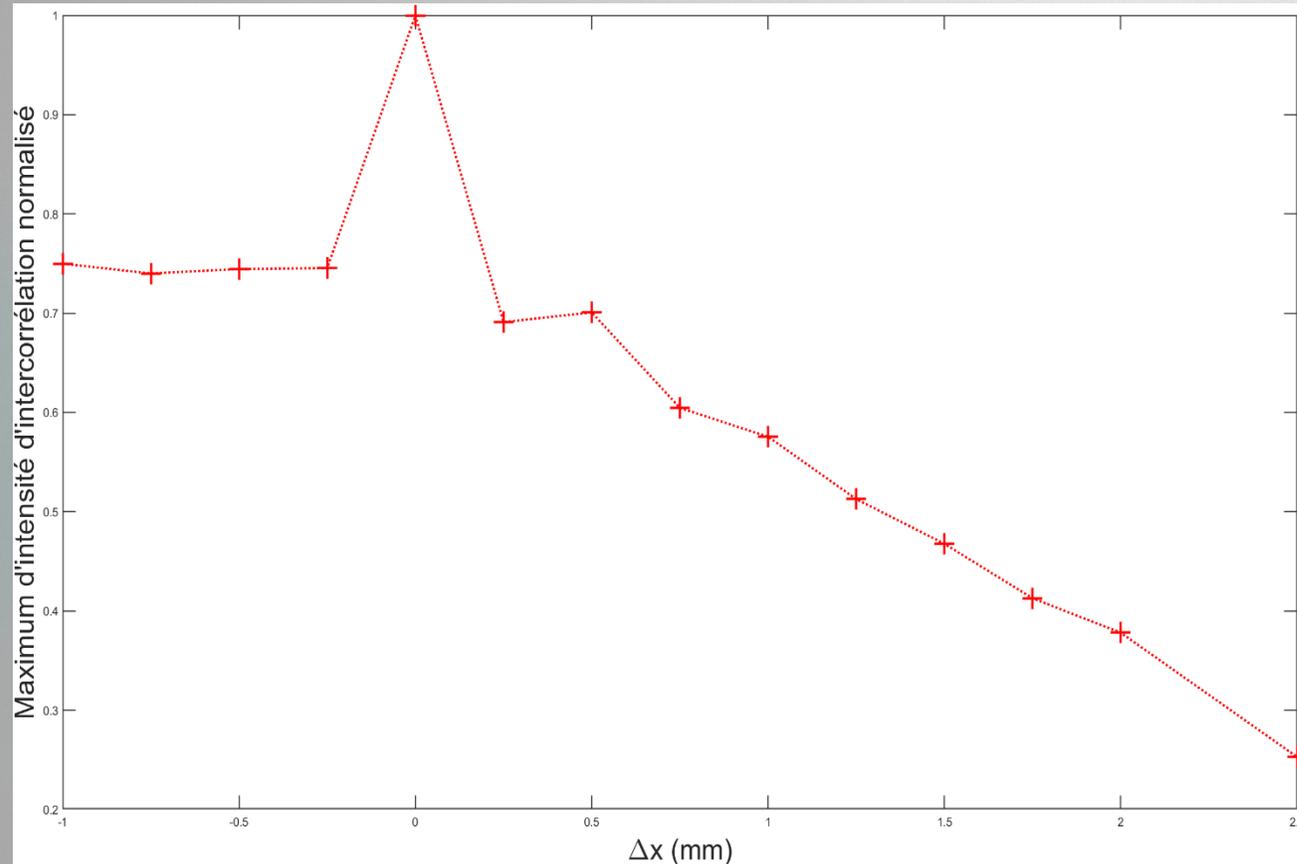


Autocorrélation



Pour un objet plus étendu ?

Limitation sur l'étendu de l'objet : $\Delta x \ll \frac{\lambda u}{\pi L}$ où L est une longueur caractéristique du milieu diffusant.



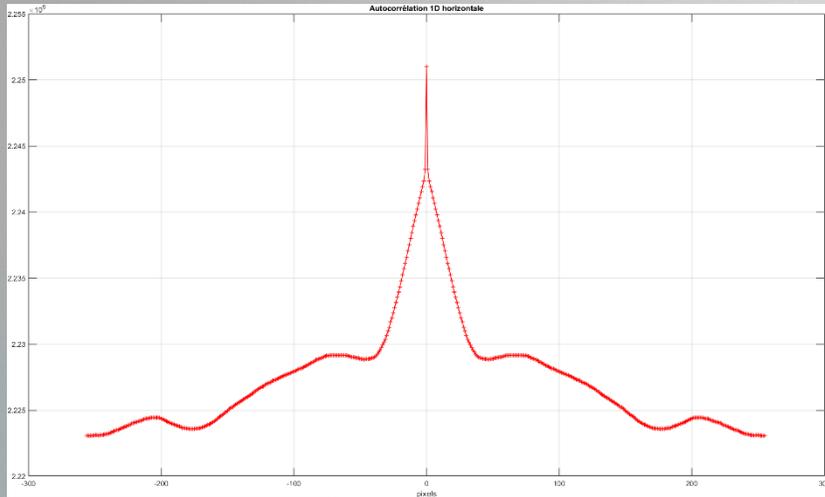
Pour un objet trop étendu, le degré de corrélation entre un point situé sur l'axe optique et dans le plan de l'objet diminue.

Il faut :

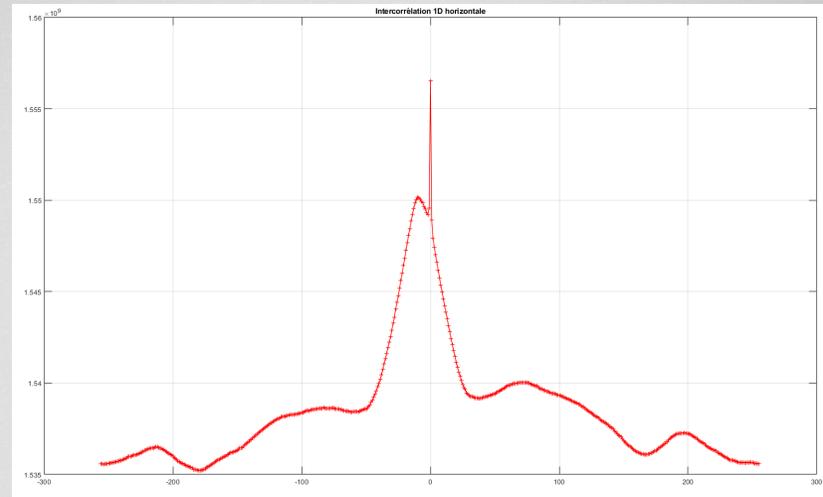
- Déterminer la longueur L expérimentalement.
- Dimensionner un objet correspondant à notre montage expérimental.

Objet utilisé : un seul trou de diamètre 1 mm.

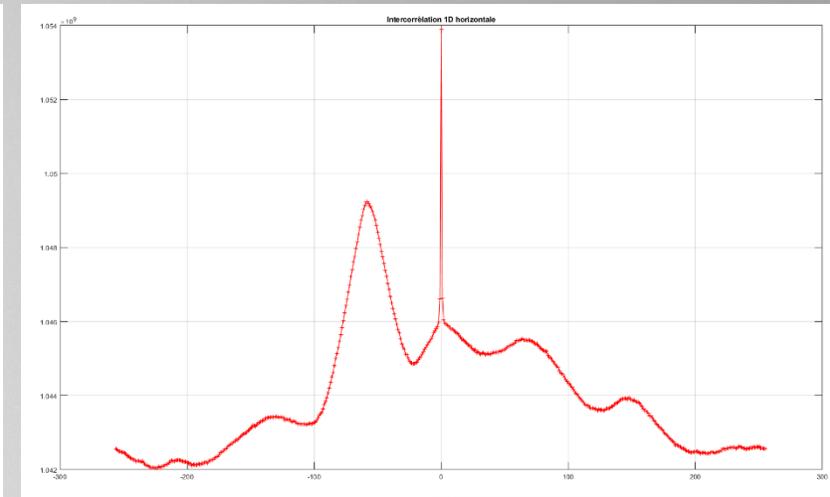
Pour un objet plus étendu ?



Autocorrélation
de l'image pour
 $\Delta x = 0$ mm



Intercorrélation entre
les images pour $\Delta x =$
0,25 mm

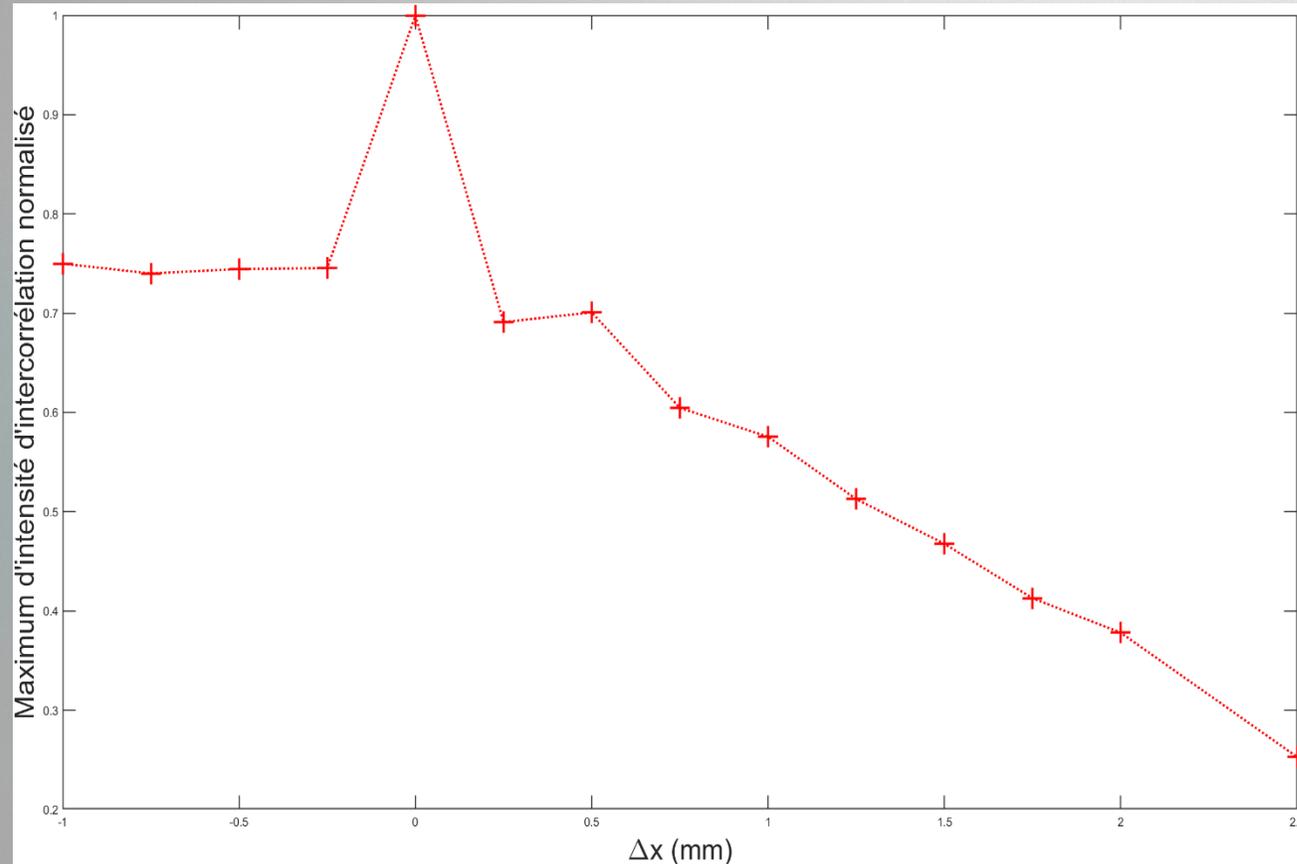


Intercorrélation entre
les images pour $\Delta x =$
1,5 mm

Pour un objet plus étendu ?

10

Limitation sur l'étendu de l'objet : $\Delta x \ll \frac{\lambda u}{\pi L}$ où L est une longueur caractéristique du milieu diffusant.



Pour un objet trop étendu, le degré de corrélation entre un point situé sur l'axe optique et dans le plan de l'objet diminue.

Il faut :

- Déterminer la longueur L expérimentalement.
- Dimensionner un objet correspondant à notre montage expérimental.

Objet utilisé : un seul trou de diamètre 1 mm.

Planning prévisionnel

11

- ▶ Semaine 2 :
 - ▶ Coder et tester un algorithmique permettant de retrouver la phase. (Stefano)
 - ▶ Tester et préciser expérimentalement les formules de limitation. (Alexandre, Valentin)
 - ▶ Réussir à imager des objets simples. (Matthieu, Julien)
- ▶ Semaine 3 :
 - ▶ Optimiser les paramètres expérimentaux.
 - ▶ Optimiser l'algorithme.
- ▶ Option 2nd semestre :
 - ▶ Tester d'autres méthodes d'imagerie et les comparer entre elles.