

Devoir 3 (20% de la note finale)

A) Simulateur : Image correlation spectroscopy (ICS) (10pts)

Utilisez le simulateur de trajectoires de particules qui diffusent en 2D pour générer un simulateur d'images à balayage laser. Les paramètres de l'expérience à simuler doivent inclure le nombre de pixels de l'image, le nombre de lignes, la taille de la PSF 2D, la taille du pixel, le pixel dwell time (dt) et le coefficient de diffusion (D). Supposez que le temps de retour à chaque ligne est nul. Faites attention aux bords de la simulation, pour enlever ce problème, simulez une zone sur laquelle les particules diffusent plus grande (de 2 tailles de PSF) que la zone du balayage laser.

Calculez la fonction d'autocorrélation spatiale $G(\xi, \nu)$ et montrez qu'il est possible d'estimer la densité des particules en utilisant une seule image.

Montrez l'impact de ces variables sur la fonction de corrélation spatiale en simulant ces différents paramètres :

- La densité des particules (0.1 to 10 émetteurs / surface effective du laser ($\pi \cdot w_{xy}^2$))
- L'intensité de chaque particule.
- La durée de la simulation.
- Bruit du détecteur (Shot noise)
- La taille du pixel. Montrez ce qui se passe sur la fonction de corrélation spatiale si la taille du pixel est trop grande par rapport au rayon de la PSF.

B) Simulateur : Image correlation spectroscopy (ICS), diffusion vs vitesse (OPTIONEL 5pts bonus)

Utilisez le simulateur de trajectoires de particules qui bougent sur un plan XY pour générer un simulateur d'images de diffusion. **Ici, plusieurs images successives de particules qui diffusent doivent être générées.** Les paramètres de l'expérience à simuler doivent inclure le temps total de l'expérience (Nombre d'images), le pixel dwell time (dt), le coefficient et proportion de particules qui diffusent (N_D et D) et une proportion de particules avec vitesse (N_v et v (avec une direction spécifique)).

Montrez l'impact de ces variables sur la fonction de corrélation spatiotemporelle en changeant ces différents paramètres :

- Diffusion seule (de 0.01 $\mu\text{m}^2/\text{s}$ à 10 $\mu\text{m}^2/\text{s}$). Montrer avec des exemples la dépendance de $G(\xi, \nu, \tau)$ en fonction du coefficient de diffusion.
- Simulez des images avec uniquement des particules qui bougent dans une direction et montrer la dépendance de $G(\xi, \nu, \tau)$ en fonction de la vitesse.
- Mélange des exemples de simulation avec des particules qui diffusion et d'autres qui ont une vitesse. Montrez que vous pouvez détecter ces mélanges.

C) Simulateur : Raster Image correlation spectroscopy (RICS) (10pts)

Avec une seule image de particules qui diffusent sur le plan (simulateur développé pour 3A). Montrez qu'il est possible d'estimer le coefficient de diffusion de particules qui diffusent rapidement. Discuter comment les paramètres du microscope influencent les corrélations dans l'axe rapide et lent du balayage. Pour montrer ceci,

- La densité des particules qui diffusent (0.1 to 10 émetteurs / surface effective du laser ($\pi \cdot w_{xy}^2$))
- Le coefficient de diffusion (de 0.1 à 10 $\mu\text{m}^2/\text{s}$) de ces particules,
- Faire ces simulations pour des pixel dwell times de $\text{dt} = 50 \text{ ns}$, 50 μs et 50 ms .
- Pour un pixel dwell times de 50 ns, simulez plusieurs des séries de simulations en changeant le coefficient de diffusion afin de perdre la corrélation sur l'axe rapide du balayage. Discuter de la limite à laquelle on perd la corrélation ?

Pour chacune de ces questions, répétez les simulations et montrer les résultats qui justifient vos conclusions. Montrez les limites de précision de ces approches en fonction des paramètres d'acquisition. Estimez la plage dynamique qui montre la transition entre

Pour chaque simulation, inclure des schémas qui expliquent les paramètres des simulations effectuées. N'hésitez pas à me contacter pour des précisions si nécessaire.