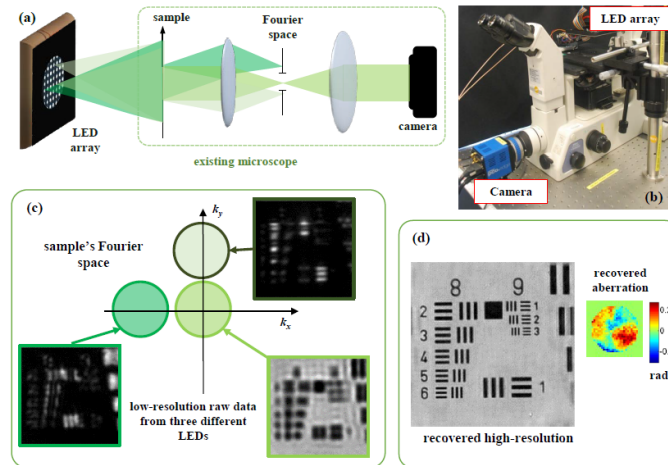


# Explication figures : Multiplexed coded illumination for FP with an LED array microscope

Dalina CHABANE

February 5, 2025

Figure 1 :



a) Une matrice LED programmable éclaire l'échantillon sous différents angles, générant des données spécifiques à ces angles. Les lentilles du microscope focalisent ces informations dans l'espace de Fourier, qui contient les données spectrales nécessaires pour la reconstruction de l'image. Enfin, une caméra capture les images brutes, qui seront traitées par des algorithmes pour produire des images haute résolution.

b) Ce système est équipé d'une matrice LED programmable contrôlée par un Arduino, permettant une flexibilité dans l'illumination. Une caméra est utilisée pour capturer les images brutes issues de l'échantillon éclairé.

c) Les LEDs de la matrice illuminent différentes zones de l'espace de Fourier de l'échantillon. Chaque zone correspond à une image brute basse résolution capturée par la caméra. Ces données brutes, provenant de différentes LEDs, contiennent des informations complémentaires qui seront combinées par des algorithmes pour reconstituer une image complète et détaillée.

d) On combine les données collectées depuis différentes LEDs pour produire une image précise de l'échantillon. En plus de l'image haute résolution, le processus permet également de récupérer et de corriger les aberrations optiques présentes dans le système, illustrées ici par une carte d'aberration exprimée en radians.

**Figure 2 :**

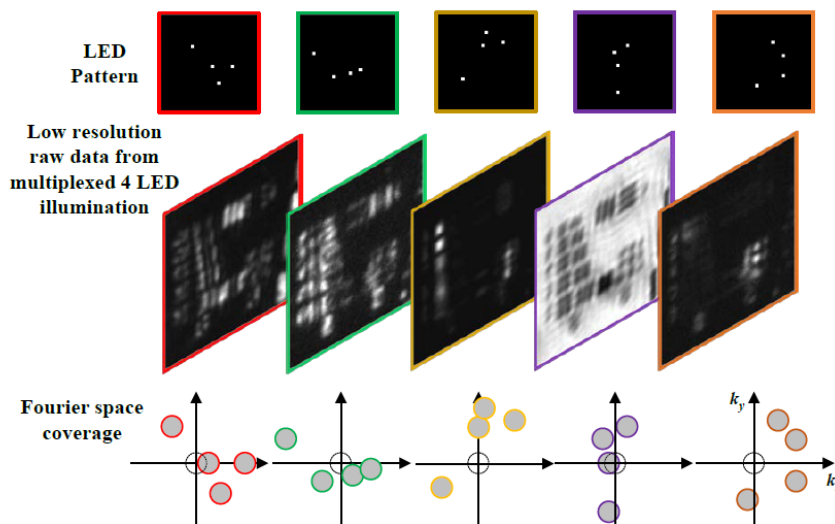


Fig. 2. Sample datasets for multiplexed illumination coding in Fourier Ptychography. (Top) Four randomly chosen LEDs are turned on for each measurement. (Middle) The captured images corresponding to each LED pattern. (Bottom) Fourier coverage of the sample's Fourier space for each of the LED patterns (drawn to scale). Turning on multiple well-separated LEDs allows information from multiple areas of Fourier space to pass through the system simultaneously. The center unshaded circle represents the NA of the objective lens.

L'image illustre le concept et les résultats de l'illumination multiplexée, une stratégie utilisée pour améliorer l'efficacité et réduire le temps d'acquisition dans la Fourier Ptychography.

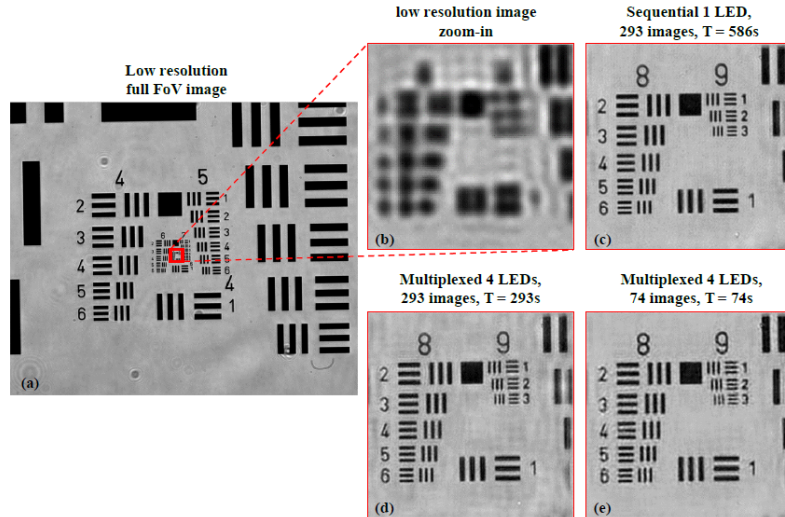
Le cercle non ombré au centre du diagramme de Fourier représente l'ouverture numérique (NA) de l'objectif, délimitant les zones accessibles par chaque LED.

En activant simultanément plusieurs LEDs bien séparées, il est possible de collecter des informations sur plusieurs régions de l'espace de Fourier à partir d'une seule image.

C'est un moyen de réduire le temps total d'acquisition tout en préservant la qualité des données nécessaires pour la reconstruction.

**Figure 3 :**

On a une image qui montre une vue complète de l'échantillon obtenue avec un objectif à faible ouverture numérique (NA). La zone entourée en rouge dans (a) est agrandie pour



montrer la perte de détails. On réalise différentes reconstructions :

**Reconstruction séquentielle avec une seule LED activée (293 images, 586 secondes) :** Le résultat montre une reconstruction de haute qualité où les petits détails des motifs (par exemple, les groupes "8" et "9") sont clairement visibles.

**Reconstruction multiplexée avec 4 LEDs activées simultanément (293 images, 293 secondes) :** Le résultat est similaire à celui de l'approche séquentielle en termes de qualité. Les petits détails sont bien visibles, ce qui montre l'efficacité du multiplexage pour réduire le temps d'acquisition sans sacrifier la précision.

**Reconstruction multiplexée avec un nombre réduit d'images (74 images, 74 secondes) :** Le temps d'acquisition est considérablement réduit à seulement 74 secondes, malgré la réduction du nombre d'images, la qualité de la reconstruction reste impressionnante, avec des détails bien visibles dans les zones complexes (groupes "8" et "9").

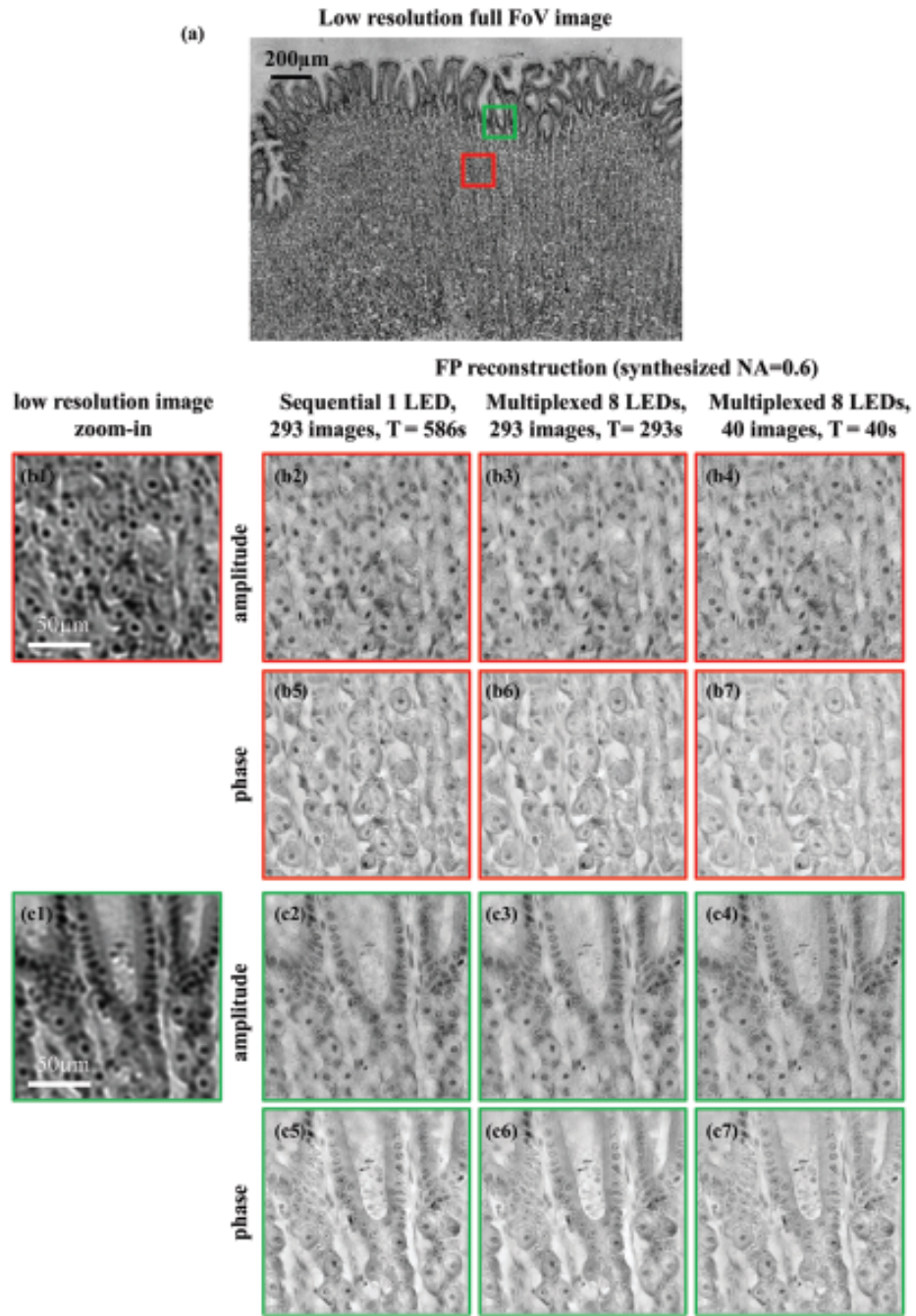
## Figure 4 :

La photo montre des reconstructions en amplitude et phase pour différentes configurations (séquentielle, multiplexée à 8 LEDs, et multiplexée optimisée). Elle met en évidence que même avec un nombre réduit d'images, les détails des structures biologiques restent visibles et exploitables.

La réduction du nombre d'images nécessaires et du temps d'acquisition avec le multiplexage démontre une grande efficacité sans sacrifier la qualité de la reconstruction.

La reconstruction montre des détails clairs en amplitude et phase, essentiels pour analyser les structures fines dans des échantillons comme des tissus biologiques.

Avantages : Réduction significative du temps d'acquisition (jusqu'à un facteur 14).



Moins de données à traiter, facilitant le stockage et le calcul.