

M2 stage 2025 - Vision par ordinateur appliquée à la neurobiologie

Tracking dans des cultures de neurones

Résumé

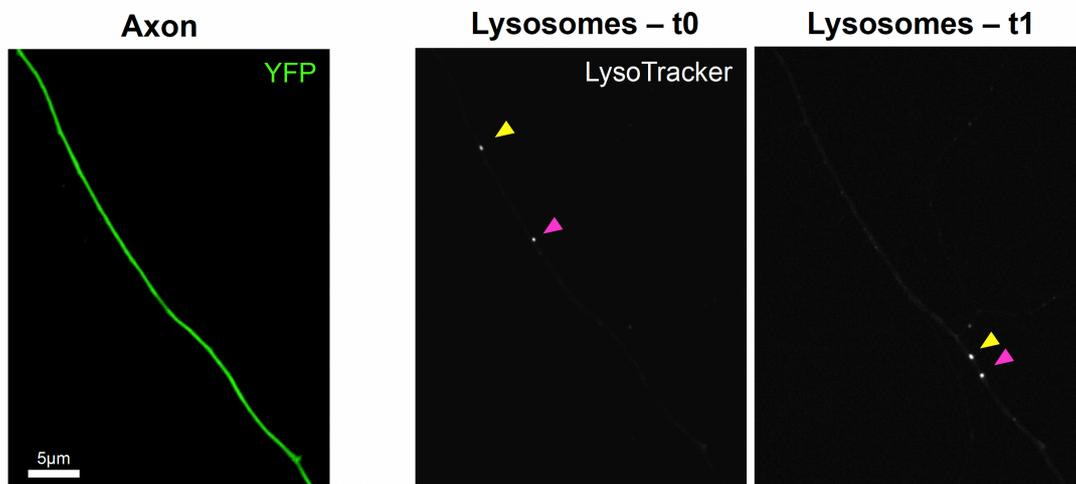
Le but du stage est de suivre le mouvement de structures biologiques dans des neurones en culture.

Contexte

Une des questions fondamentales des neurosciences est de comprendre la biologie du neurone, c'est-à-dire comment il se développe, comment il fonctionne et comment il réagit en réponse à un stress ou une situation pathologique. Le neurone se compose du soma (i.e. du corps cellulaire, qui contient le noyau), et de longs prolongements connectés à d'autres neurones ou à des cellules cibles. Parmi ces prolongements, l'axone émet des informations via des impulsions électriques.

A l'intérieur de l'axone, plusieurs structures biologiques intracellulaires sont transportées pour assurer le renouvellement local des protéines et l'approvisionnement local en énergie. Pour étudier les mécanismes qui régulent le transport de ces structures dans l'axone, il est essentiel de décrire leur mouvement, y compris leur vitesse, leur direction et leur temps de pause.

Par exemple, lorsque l'axone est lésé, le transport des lysosomes (une structure responsable du recyclage intracellulaire) est modifié. Pour analyser leur transport, nous avons imagé en temps réel des lysosomes marqués par fluorescence dans des axones provenant de neurones de rétine de souris en culture. L'objectif est de décrire le mouvement des lysosomes en suivant les trajectoires des particules fluorescentes le long de l'axone. La figure ci-dessous donne un exemple d'images que l'on sera amené à traiter.



Ce stage se décompose en plusieurs parties qui sont décrites ci-dessous.

1. Etude bibliographique des algorithmes, bibliothèques ou logiciels qui seraient adaptés à notre problématique (on pourra démarrer par la lecture des articles aux liens <https://www.nature.com/articles/nmeth.1237>, <https://www.nature.com/articles/nmeth.2808>) : elle permettra de faire un premier filtrage.
2. Implémentation ou utilisation directe de ces solutions gardées pour en déterminer les capacités inhérentes et déterminer la plus adaptée (des solutions peu coûteuses en mémoire et en temps seront privilégiées). En particulier, les approches seront finement testées pour en déterminer les paramètres optimaux. Cette partie permettra de faire émerger la solution gardée.

3. Sur la base de l'algorithme sélectionné, des tests expérimentaux seront menés sur de nombreuses images pour extraire des informations statistiques (vitesse, accélération, etc.) des structures biologiques. Les résultats quantitatifs seront validés par des biologistes.

Lieu

Le stage se déroulera entre les laboratoires IBDM (<https://www.ibdm.univ-amu.fr>) et LIS (<https://www.lis-lab.fr>) à Marseille.

Encadrement

Ce stage est bi-disciplinaire et bénéficiera d'un double encadrement :

- Julia Schaeffer (neurobiologie cellulaire et moléculaire)
- Séverine Dubuisson & Djamel Merad (traitement d'images, suivi dans les séquences vidéo)