

Décrypter l'architecture mitochondriale des astrocytes : segmentation 3D et analyse morphométrique de réseaux subcellulaires

Contexte scientifique

Les mitochondries ne sont pas de simples "centrales énergétiques" isolées : elles forment des réseaux dynamiques dont la topologie conditionne directement leurs fonctions : production d'ATP, signalisation calcique, métabolisme lipidique. Dans les cellules à morphologie complexe, cette organisation varie selon les compartiments subcellulaires et leur rôle fonctionnel.

Les astrocytes illustrent parfaitement cette complexité. Cellules clés de l'intégration de l'information dans le système nerveux central, ils présentent une architecture hautement compartimentée : soma, prolongements majeurs, et structures spongiformes périphériques. Comprendre comment le réseau mitochondrial s'adapte à ces territoires reste un défi majeur. Les approches classiques (microscopie électronique, imagerie photonique) se heurtent soit à des limitations de champ, soit à des problèmes de résolution et d'analyse.

Données disponibles

En collaboration avec une équipe de l'INRIA Rennes, nous avons acquis des reconstructions 3D haute résolution du cytosol et du réseau mitochondrial dans une dizaine d'astrocytes. Ces données, actuellement segmentées manuellement et analysées par une plugin ImageJ (processus long et non reproductible), constituent un jeu d'entraînement unique pour développer des approches automatisées.

Objectifs du stage

Au cours de ce projet on réalisera un logiciel Python indépendant de ImageJ qui implémentera différentes opérations :

1. **Algorithmes de segmentation** capables d'identifier automatiquement le cytosol et les mitochondries dans les stacks 3D
2. **Classification morphologique et segmentation automatique** : permettant de discriminer les trois compartiments astrocytaires (soma, prolongements, structures spongiformes)
3. **Un pipeline d'analyse quantitative** calculant des paramètres clés du réseau (densité volumique mitochondriale par compartiment pour commencer)

Encadrant problématique biologique : Sandrine Pouvreau, Neurocentre Magendie (Bordeaux)

Exemple de données préliminaires

