

Relation structure-fonction des réseaux de neurones modèles

Le système nerveux est complexe et difficile à interfacer in-vivo. A l'institut Néel, nous développons des outils qui nous permettent de reproduire et d'interroger en laboratoire des réseaux de neurones biologiques (figure) [1-4]. Dans ces systèmes modèles, nous étudions l'émergence des modes d'activité collectifs en fonction de l'organisation des réseaux. Ce type d'étude est utile pour mieux comprendre les relations structure-fonction des réseaux de neurones, ainsi que pour déceler des dysfonctionnements à l'origine de neuropathologies.

L'objectif du stage sera plus particulièrement de suivre l'activité des réseaux de neurone au cours de leur maturation (3 semaines) et ceci pour différentes géométries. Des circuits microfluidiques (figure ci-dessous) seront utilisés pour structurer les réseaux, tandis que des matrices de capteurs et des sondes fluorescentes seront utilisées pour suivre l'activité voltage et calcique des cellules. L'analyse des données devra permettre d'estimer l'impact de la structuration sur l'activité des réseaux d'une part. Dans un second temps, il sera possible d'approfondir l'étude en mesurant l'efficacité de propagation des signaux neuronaux pour les différentes architectures sondées. Pour cela, nous appliquerons des stimulations optiques localisées et suivrons en temps réel la propagation des signaux générés ainsi que les corrélations spatio-temporelles spontanées et induites dans le réseau.

L'étudiant ou étudiante fabriquera en salle blanche les moules microfluidiques dans lesquels nous cultiverons les cellules neuronales. Il sera aidé d'un ingénieur salle blanche pour cela. Ces circuits microfluidiques seront assemblés à des matrices de capteurs (figure ci-dessous), et les cellules serontensemencées dans ces systèmes. Il ou elle suivra la croissance cellulaire et mesurera l'activité des neurones au cours du temps ; et ceci pour différentes géométries de réseaux (tous autres conditions égales par ailleurs). Enfin il analysera les données à partir de codes python existants. Cela pourra nécessiter quelques développements de code supplémentaires.

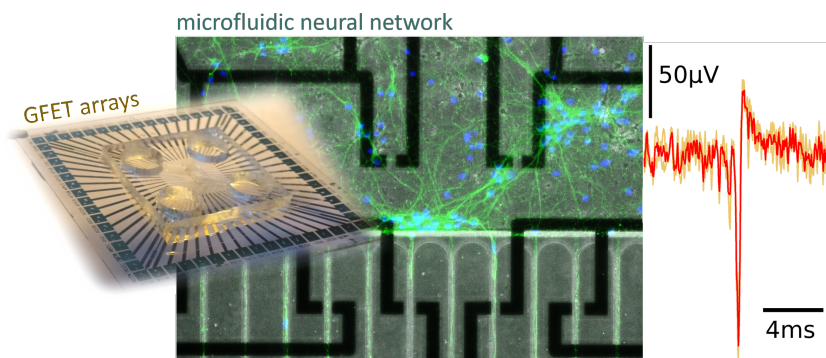


Figure : Exemple de matrice de capteurs (ici des transistors à effet de champ en graphène) couplée à un circuit microfluidique dans lequel sont cultivés des neurones primaires. La matrice de capteur permet de détecter l'activation des cellules et la propagation des signaux ; la microfluidique permet d'imposer la géométrie des réseaux.

Compétences : Traitement du signal (programmation python) et sciences expérimentales (salle blanche, électrophysiologie, culture et marquage cellulaire etc), nano-neurosciences

Période envisagée pour le début du stage : Février / Mars

Contact : Delacour Cécile, cecile.delacour@neel.cnrs.fr

1. Veliev, F. et al. 2D Mater. 5, 045020 (2018).
2. Veliev, F. et al. Front. Neurosci. 11, (2017).
3. Delacour et al Advanced Engineering Materials, 23(4), 2001226.
4. Dupuit et al Adv. Funct. Mat. 2022