

Une couverture de graphène pour réduire l'inflammation causée par les implants neuronaux

Des sondes peuvent être introduites dans le cerveau au niveau du cortex afin de suivre l'activité électrique neuronale, à des fins observationnelles ou thérapeutiques. Pour pallier les dommages liés à l'inflammation qui en résulte, les chercheurs ont mis au point une méthode prometteuse d'enrobage des sondes par du graphène.

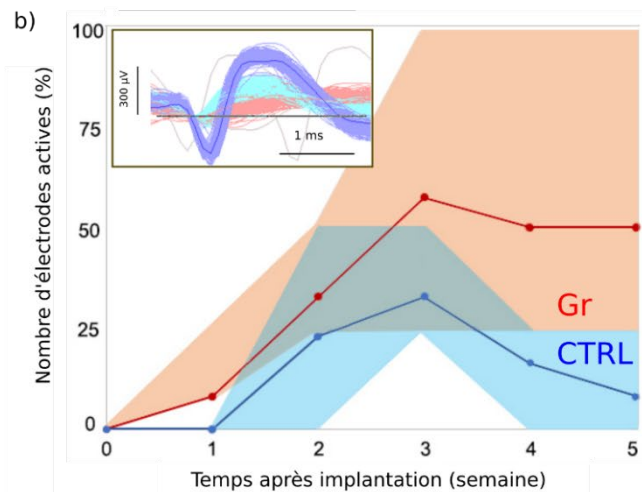
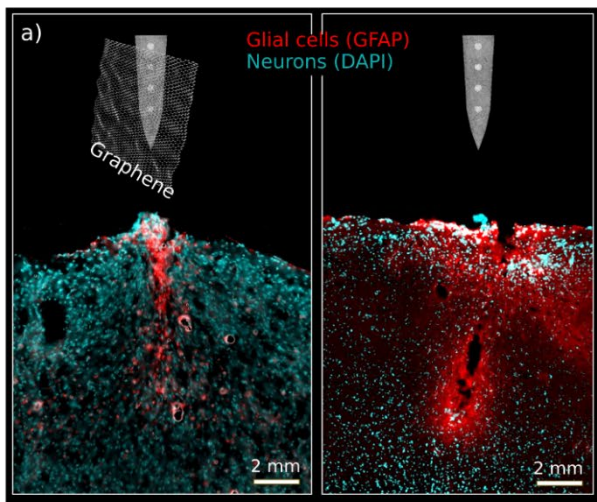
Les sondes intra-corticales, implantées dans le cortex cérébral, sont de plus en plus utilisées en recherche médicale pour décoder les commandes sensorielles ou motrices afin de pouvoir restaurer des fonctionnalités perdues suite à un traumatisme. Cependant, leur implantation est invasive et provoque des dommages irréversibles comme la rupture de vaisseaux sanguins, la destruction de réseaux neuronaux et la formation d'une cicatrice gliale amenant à un rejet après quelques semaines. En effet, une forte réaction immunitaire conduit à une prolifération autour de l'implant de cellules gliales (les cellules environnant les neurones), créant ainsi une barrière physique entre les neurones et les électrodes d'enregistrement de la sonde, ce qui empêche le fonctionnement de celle-ci.

Une équipe de biophysiciennes et de biophysiciens de l'Institut Néel (CNRS) à Grenoble s'est associée à une équipe de neurophysiologistes de l'École polytechnique fédérale de Lausanne pour développer une méthode simple et originale pour enrober des électrodes intra-corticales commerciales avec un feuillet de graphène obtenu par dépôt à partir d'une vapeur d'hydrocarbure¹. Ce matériau, constitué d'une seule couche atomique de carbone, a de nombreuses qualités et sont exploitées ici sa stabilité chimique et ses propriétés mécaniques de souplesse, sa conductibilité électrique et sa compatibilité biologique, ainsi qu'une excellente affinité neuronale. L'activité et l'organisation des cellules neuronales autour de ces implants ont été suivies durant plusieurs semaines pour des motoneurones (les neurones impliqués dans les commandes motrices). Les électrodes enrobées de graphène se sont montrées plus efficaces et plus durables que les électrodes nues, grâce à une concentration plus faible de cellules gliales, et inversement à une densité plus importante de neurones autour des implants enrobés par le graphène (figure).

Ces résultats confirment les qualités exceptionnelles du graphène comme interface entre le monde de l'électronique et le monde du vivant. Cette méthode d'enrobage peut s'appliquer à de nombreux objets, bidimensionnels ou tridimensionnels, et pourrait contribuer à diminuer de manière significative le rejet des sondes neuronales ou d'autres implants utilisés dans de nombreux domaines médicaux.

¹ Méthode CVD (chemical vapor deposition)





(a) Images de coupes de cortex moteur de souris implantées montrant l'émission de fluorescence provenant du marquage de cellules gliales (en rouge) et de neurones (en bleu). Cette émission permet de quantifier les deux populations cellulaires autour des sondes de contrôle (à droite) et des sondes enrobées de graphène (à gauche), et montrant une réduction significative de la cicatrice gliale grâce au graphène.

(b) Statistique de fonctionnement des sondes de contrôle (en bleu) et des sondes enrobées de graphène (en rouge). Encart : exemples d'impulsions détectées par une microélectrode (ici enrobée de graphène). On peut distinguer trois formes d'impulsion qui correspondent aux potentiels d'action émis par trois motoneurones différents.

Bibliographie

Monolayer graphene coating of intracortical probes for long-lasting neural activity monitoring. A. Bourrier, P. Shkrobatova, M. Bonizzato, E. Rey, Q. Barraud, G. Courtine, R. Othmen, V. Reita, V. Bouchiat, C. Delacour, *Advanced healthcare materials*, le 12 août 2019, DOI: 10.1002/adhm.201801331

Contacts

Chercheuse NEEL | Cécile Delacour | cecile.delacour@neel.cnrs.fr

Communication INP | inp.com@cnrs.fr