

Transistor pentacène-nanoparticules : un dispositif permettant de réaliser la fonction d'une synapse biologique

F. Alibart^a, C. Novembre^b, D. Guérin^a, S. Pleutin^a, K. Lmimouni^a,
C. Gamrat^b and D. Vuillaume^a

a) Groupe Nanostructures et Composants Moléculaires, IEMN, CNRS, U. de Lille, France

b) CEA, LIST/LCE, Bat. 528, F-911991 cedex, Gif-sur-Yvettes, France

Le développement de nouvelles stratégies pour le traitement de l'information est au cœur de la recherche actuelle. Une des approches consiste à mimer le fonctionnement des systèmes biologiques tels que les réseaux de neurones pour réaliser de nouveaux circuits électroniques aux capacités nouvelles. Dans cette dynamique, la réalisation de dispositifs spécifiques à la réalisation de réseaux neuronaux est de premier intérêt : une première étape étant la réalisation de synapses.

Nous démontrons qu'à partir d'un transistor organique à base de pentacène et de nanoparticules d'or (NOMFET), les principales fonctionnalités d'une synapse sont réalisables [1]. Les nanoparticules d'or encapsulées sont fixées dans le canal du transistor à l'aide d'une monocouche et recouvertes de pentacène. Le gain du transistor est alors couplé à un effet mémoire des nanoparticules [2] permettant de mimer le fonctionnement d'une synapse biologique lorsque celle-ci transmet les potentielles d'action (pulses de tension) entre deux neurones. Nous démontrons notamment que ce type de dispositif reproduit parfaitement la plasticité synaptique à court terme (Short Term Plasticity [3]) et proposons un modèle physique permettant de modéliser le comportement dynamique du NOMFET [4]. Les dispositifs réalisés ont été optimisés jusqu'à des tailles nanométriques afin de permettre leur intégration à grande échelle. Nous présentons également les paramètres pertinents (taille du canal et taille des nanoparticules) permettant de moduler les caractéristiques des dispositifs.

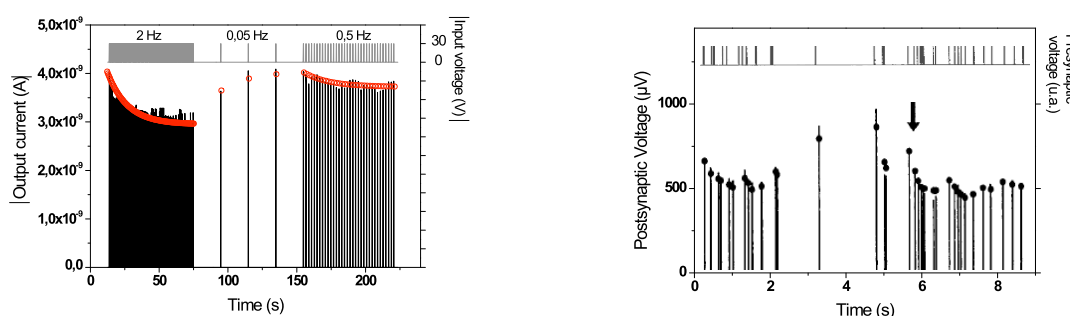


Fig.1 : Réponse du NOMFET à un signal d'entrée de pulses de tensions de fréquence variable (gauche) et comparaison avec la réponse d'une synapse biologique (droite). Les points sur les deux figures correspondent à la réponse calculée par un modèle itératif décrivant la plasticité à court terme.

[1] F. Alibart et al., *Adv. Func. Mater.*, sous presse.

[2] C. Novembre, D. Guérin, K. Lmimouni, C. Gamrat, D. Vuillaume, *Appl. Phys. Lett.* **92**, (2008) 103314.

[3] H. Markram, Y. Wang, M. Tsodyks, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **95**, (1998) 5323.

[4] J. A. Varela et al., *J. Neurosci.* **17**, (1997) 7926.