Stage de Master 2 / Thèse au Laboratoire Jean Perrin, Sorbonne Université

Mécanorécepteurs du toucher : une approche biomimétique

Pour un être humain, détecter la forme et la texture d'un objet nécessite un contact direct (statique et/ou dynamique) entre l'organe tactile (généralement l'extrémité du doigt) et la surface de l'objet. Ce contact induit des déformations et des vibrations de la surface de la peau qui sont mesurées par des cellules nerveuses mécanosensibles sous-cutanées, qu'on appelle encore mécanorécepteurs. Ceux-ci transforment le signal de contrainte mécanique en une série temporelle de potentiels d'action directement interprétés par le système nerveux central. A une échelle microscopique, la mécanosensibilité de ces mécanorécepteurs est due à la présence dans leur membrane cellulaire de pores protéiques qui s'ouvrent et laissent passer les ions sous contrainte mécanique. Il en résulte des flux ioniques transmembranaires qui changent la perméabilité ionique de la membrane, la dépolarisent, ce qui déclenche *in fine* un potentiel d'action.

Lors de ce stage, et à plus long terme pour ce projet de thèse, nous adopterons une démarche biomimétique pour imiter de manière minimale le fonctionnement des mécanorécepteurs tactiles sous-cutanés et leur réponse sous sollicitation mécanique. Pour ce faire, nous piègerons dans un gel d'agarose (l'analogue de la peau) des vésicules lipidiques géantes dont la membrane sera décorée de nanopores protéiques mécanosensibles (l'analogue d'un mécanorécepteur). Ces vésicules piégées dans l'agar sont d'ores et déjà produites en routine au laboratoire (Figs. 1.a-1b) grâce à une méthode microfluidique facile d'utilisation et que nous avons mise au point récemment [2]. Comme pores protéiques mécanosensibles, nous utiliserons MscL que l'on trouve sur la membrane externe de la bactérie E. Coli. Ceux-ci seront eux obtenus avec des méthodes de biologie synthétiques maîtrisées dans l'équipe [3]. Nous sonderons les propriétés du transport ionique à travers la membrane lorsque le gel d'agar est excité mécaniquement, avec une amplitude et une fréquence contrôlée (Fig. 1c). La vésicule contiendra des ions calcium et nous mettrons en place un dispositif d'imagerie calcique pour imager en fluorescence le courant de fuite à travers la membrane, sous sollicitation mécanique. Nous établirons comment l'amplitude et la fréquence de l'excitation mécanique, ainsi que les propriétés viscoélastiques du gel modulent le transport ionique à travers la membrane.

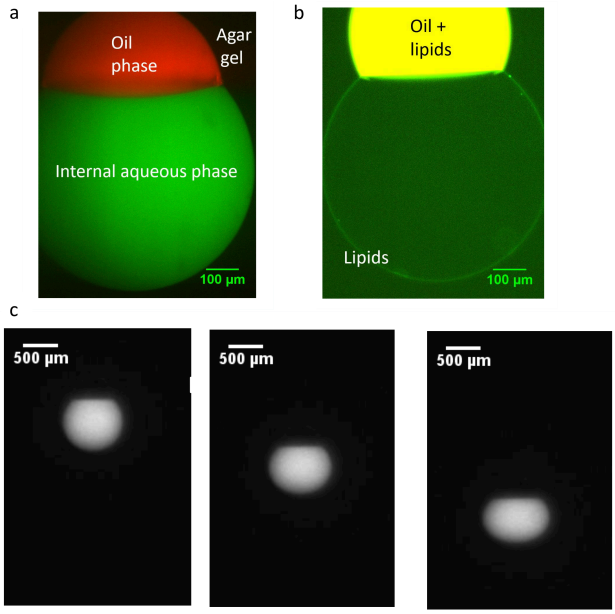

Figure 1 : (a) Image en microscopie confocale d'une vésicule piégée dans un gel d'agarose. La phase aqueuse interne de la vésicule fluoresce dans le vert et la phase huile dans le rouge. **(b)** Image en microscopie confocale d'une vésicule piégée dans un gel d'agarose. Les lipides qui constituent la vésicule sont fluorescents et émettent dans le vert et la phase huile dans le rouge. **(c)** Images successives d'une vésicule fluorescente piégée dans un gel d'agarose. A gauche le gel est au repos. Au milieu et à droite le gel est comprimé mécaniquement, et la vésicule se déforme.

- ***Contacts***

Elie Wandersman
elie.wandersman@sorbonne-universite.fr
+33 1 44 27 28 23

Léa-Laetitia Pontani
lea-laetitia.pontani@sorbonne-universite.fr
+33 1 44 27 77 72

[1] S. S. Ranade et al., Neuron 87, 1162 (2015)
[2] M.Valet et al. *Phys. Rev. Applied* **9** (1) 014002 (2018) & M. Valet et al. *Phys. Rev. Lett.* **123**, 088101 (2019)
[3] M. Valet, *Thèse de Doctorat, Sorbonne Université*, Septembre 2019.