

## Artificial cells probed by microfluidics

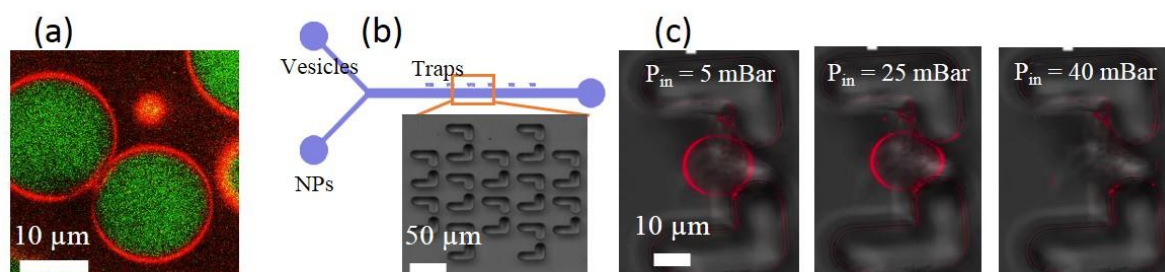
Being the base element of cell membranes, lipid bilayers are an essential ingredient of many biological processes. In order to understand mechanisms at play for example in interaction of the cell with nanoparticles (NPs), artificial, biomimetic membranes have been developed. They constitute a powerful tool, being good models to decompose the elementary events (biochemical, physical, and chemical) at stake in real biological situations [1].

**Microfluidics, the manipulation of fluids in microfabricated chips, is a versatile method to manipulate such lipid membranes, as we recently demonstrated [2]. The general objective of the traineeship project is to perform microfluidic experiments to decipher biological processes of NP/membrane interaction. Two applications are targeted: nanoparticles toxicity and nanomedicine.**

Properly designing microfluidic chips will enable characterizing in real time interaction of vesicles (Figure a) with different classes of NPs. Microfluidic traps placed after a Y junction (Figure b) is for example suited to measure mechanical properties and permeability of vesicles, and to investigate how they are affected after switching the input solution to NPs. The student will aim at extracting quantitative information: improving designs, understanding how intrinsic properties (membrane bending modulus) relate to measured properties (such as the critical pressure to release a vesicle, see Figure c), as function of nanoparticles surface chemistry, membrane composition, flow conditions.

The student, supervised by M Elias (PhD student) and P Joseph (CNRS researcher, [MILE team](#)) will mainly perform microfluidic experiments, and analyze the results. The work is in collaboration with an Italian team (CSGI, Florence) specialist of membranes physical-chemistry; and M3 team in LAAS specialist of molecular modelling.

Duration: 4 to 6 months. Remuneration: around 570€ / month



**Figure: Preliminary results.** (a) Vesicles mimicking simple cells. (b) Microfluidic chips to trap vesicles and study their interactions with NPs. (c) progressive release of vesicles upon pressure increase.

## Etude de cellules artificielles par microfluidique

Etant les éléments de base des membranes biologiques, les bicouches lipidiques sont un ingrédient essentiel de nombreux processus du vivant. Pour mieux comprendre les mécanismes en jeu par exemple dans l'interaction de la cellule avec des nanoparticules (NP), des membranes artificielles, biomimétiques, ont été développées. Elles constituent un outil puissant, étant de bons modèles pour décomposer les événements élémentaires (biochimiques, physiques, et chimiques) impliqués dans les situations biologiques réelles [1].

**La microfluidique (manipulation de fluides dans des puces microfabriquées), est une méthode versatile pour manipuler de telles membranes lipidiques, comme nous l'avons démontré récemment [2]. L'objectif général du stage est de réaliser des expériences microfluidiques pour décomposer les processus biologiques des interactions nanoparticules/membranes. Deux applications sont visées : la nanotoxicité et la nanomédecine.**

Des puces microfluidiques au design adapté permettront de caractériser en temps réel l'interaction de vésicules (Figure a) avec différentes classes de NP. Des pièges placés après une jonction en Y (Figure b) permettent de mesurer propriétés mécaniques et perméabilité des vésicules, et de déterminer comment elles sont affectées lorsque des NP sont injectées à l'entrée. L'étudiant visera à extraire des informations quantitatives : améliorer les designs, déterminer comment les propriétés intrinsèques (module de courbure) sont liées aux mesures (telles que la pression critique pour libérer une vésicule, Figure c). Différents chimie de surface des NP, composition de membranes, conditions d'écoulements seront testées.

L'étudiant, encadré par M Elias (doctorante) et P Joseph (chercheur, équipe MILE), réalisera des expériences microfluidiques et analysera les résultats. Le projet est en collaboration avec une équipe italienne (CSGI, Florence), spécialiste de la physico-chimie des membranes, et l'équipe M3 du LAAS, spécialiste de la modélisation moléculaire.

Durée : 4 à 6 mois. Gratification de l'ordre de 570€ par mois.

[1] C. Montis, D. Maiolo, I. Alessandri, P. Bergese, and D. Berti, *Nanoscale* **6**, 6452 (2014).

[2] C. Magnani, C. Montis, G. Mangiapia, A.-F. Mingotaud, C. Mingotaud, C. Roux, P. Joseph, D. Berti, and B. Lonetti, *Colloids Surf. B Biointerfaces* **168**, 18 (2018).