

Épisode 6 : Les miroirs du vivant

Les organes sur puce mimant les fonctionnalités physiologiques des organes vivants.

Contexte et enjeux

Les sciences biomédicales font aujourd'hui face à un double défi, à la fois scientifique et éthique. D'une part, la nécessité de mieux comprendre les mécanismes des maladies humaines et d'améliorer la prédiction de la réponse aux traitements. D'autre part, la volonté croissante de limiter l'utilisation des animaux de laboratoire, dont les modèles ne reproduisent pas toujours fidèlement la physiologie humaine. Dans ce contexte, une nouvelle génération de modèles expérimentaux émerge, fondée sur l'utilisation directe de cellules humaines. Grâce aux avancées en biologie cellulaire, micro-ingénierie et microfluidique, il est désormais possible de cultiver et d'organiser des cellules humaines dans des dispositifs miniaturisés capables de reproduire certaines fonctions d'organes. Ces systèmes, appelés « organes ou organoïdes sur puce » (Organ & Organoid on Chip – O&OoC), permettent de recréer des microenvironnements biologiques proches de ceux observés dans les tissus humains, tout en offrant un contrôle expérimental précis. Au-delà de la modélisation d'organes, ces technologies ouvrent la voie à la création de modèles biologiques personnalisés à partir des cellules d'un patient. Il devient alors possible d'imaginer de véritables « avatars biologiques » capables de reproduire certaines caractéristiques physiologiques individuelles et d'étudier la réponse d'un patient à différentes approches thérapeutiques.

Ces avancées s'inscrivent dans la perspective d'une médecine personnalisée, dans laquelle des dispositifs innovants pourraient à terme être utilisés au plus près du patient pour guider les choix thérapeutiques. L'ambition est également d'intégrer ces technologies dans le parcours de soin, au même titre que des analyses biologiques classiques, et de les déployer directement au sein d'hôpitaux partenaires, notamment dans le cadre de centres opérationnels transnationaux (Operational Transnational Centers – OTC), afin de rapprocher la recherche biomédicale de la pratique clinique.

Les recherches menées

Les recherches actuelles visent à améliorer la conception des dispositifs d'organes sur puce et à étendre leurs applications dans l'étude des maladies humaines et l'évaluation de nouvelles approches thérapeutiques :

- Une première orientation consiste à reconstituer des tissus humains sur puce dans des environnements microfluidiques contrôlés. Les chercheurs développent des plateformes capables d'accueillir des cultures cellulaires à partir de cellules de patients. Ces dispositifs permettent d'étudier le fonctionnement des tissus, les interactions cellulaires et la réponse à différents traitements, comme en reproduisant sur puce le microenvironnement tumoral afin d'explorer de nouvelles approches de médecine personnalisée.
- D'autres travaux portent sur le développement d'OoC instrumentés intégrant des capteurs miniaturisés. L'objectif est de mesurer in situ et en temps réel différentes réponses biologiques au sein des tissus cultivés sur puce. Ces plateformes permettent de suivre en continu l'activité cellulaire, les échanges moléculaires ou les variations du microenvironnement, offrant ainsi un accès direct et dynamique à des informations biologiques difficiles à obtenir avec les approches expérimentales traditionnelles.
- Enfin, les chercheurs développent des dispositifs associant plusieurs OoC interconnectés afin de reproduire certaines interactions physiologiques à l'échelle de l'organisme pour l'étude des maladies métaboliques par exemple.

Anthony Treizebré

Institut d'Électronique, Microélectronique et Nanotechnologie (IEMN)
CNRS – UNIV LILLE – UNIV POLYTECHNIQUE HAUTS-DE-FRANCE