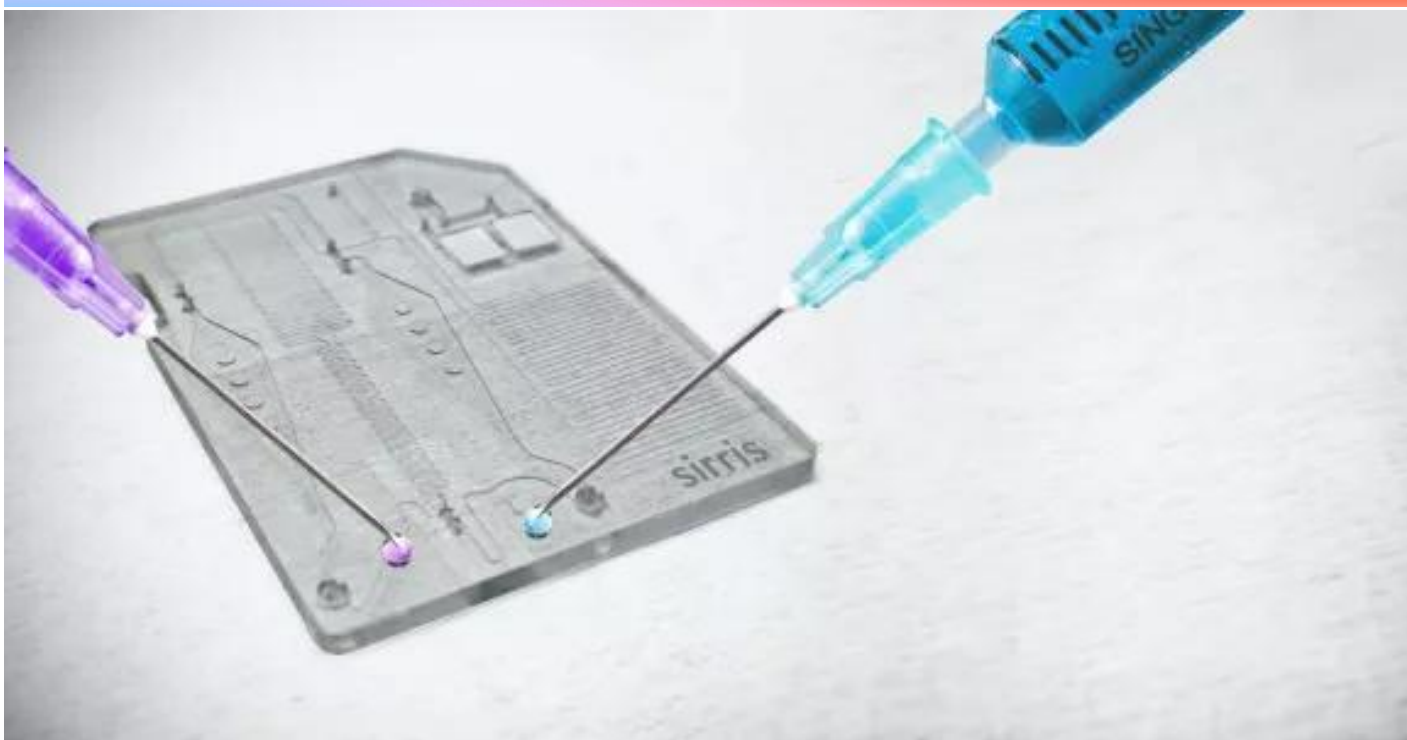




Microfluidique - comment faire tenir tout un labo sur une carte bancaire | Partie 1

05 mars 2024, 11:42

Tania Drissen

Denis Vandormael

La microfluidique dans l'industrie

Dans de nombreuses industries, on procède régulièrement au prélèvement d'échantillons pour en vérifier ou en analyser la composition. Ces échantillons suivent un itinéraire complet, de leur collecte à la prise de mesures appropriées, jalonné d'opérations (particulièrement) chronophages et consommatrices de ressources. La microfluidique permet dorénavant à des experts ou non d'accomplir ces étapes du processus dans un « laboratoire sur puce » (LoC), depuis le point de prélèvement.

Dans plusieurs secteurs tels que la médecine, l'alimentation, l'environnement ou la chimie, on procède régulièrement au prélèvement d'échantillons dans le but de déceler la présence d'agents contaminants ou pathogènes (« cibles »). Habituellement, ces échantillons suivent un itinéraire complet, de leur site de prélèvement à un laboratoire central, où ils sont manipulés au cours de différentes étapes du processus, telles que leur préparation, laquelle s'accompagne de dosages précis, de mélanges avec des réactifs, de cyclages thermiques, ..., jusqu'à l'étape finale lors de laquelle la cible est détectée et quantifiée. Ensuite, les résultats de ce test seront communiqués au

site de prélèvement en vue de la prise des mesures qui s'imposent. Ces opérations sont particulièrement chronophages et consommatrices de ressources.

La microfluidique permet dorénavant d'accomplir ces étapes du processus dans un « laboratoire sur puce » (LoC), de la taille d'une carte de crédit. Cette miniaturisation autorise l'exécution, par des experts ou non, d'analyses au point de prélèvement, en n'utilisant qu'une fraction de la quantité d'échantillons et de réactifs indispensable à toute analyse en laboratoire. Travailler avec des quantités voisines de quelques microlitres au lieu de quelques millilitres permet aussi de réduire sensiblement les temps de réaction, au point d'autoriser l'obtention des résultats attendus au bout de quelques minutes plutôt qu'après plusieurs heures.

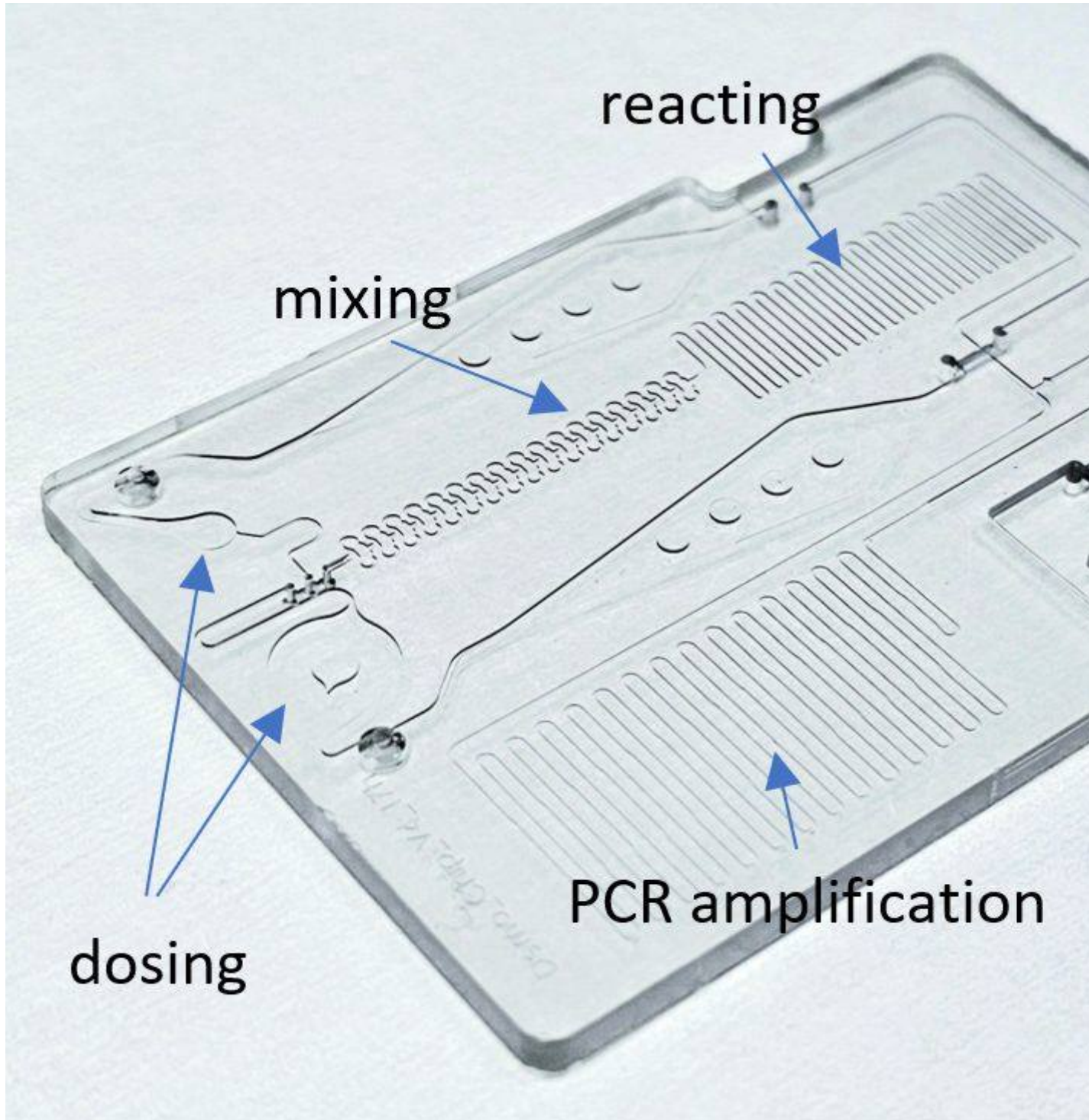


Figure 1: Démonstrateur Sirris d'une puce microfluidique de la taille d'une carte de crédit présentant des zones de dosage, de mélange, de réaction, de PCR et de détection.

De nombreuses applications sont susceptibles d'être miniaturisées de la sorte

Dans le **secteur médical**, les échantillons prélevés sur des patients sont susceptibles d'être testés à leur chevet dans le but de détecter la présence de bactéries ou de virus spécifiques (p. ex., test PCR Covid sur LoC). Des gènes spécifiques associés à des affections telles que la maladie d'Alzheimer, ou d'autres biomarqueurs permettant d'identifier une pathologie spécifique (telle qu'un cancer) sont également détectables immédiatement après le prélèvement d'échantillons.

Les labos sur puce s'utilisent également hors du secteur médical :

Dans le **secteur de l'alimentation**, la présence de multiples agents pathogènes (bactéries et champignons), contaminants chimiques (pesticides) et allergènes (gluten) est susceptible d'être décelée dans des produits alimentaires, aussi bien lors de la récolte qu'au stade de leur transformation en entreprise et de leur entreposage en magasin ou au domicile du consommateur. Des propriétés chimiques ou physiques (telles que le pH ou la viscosité) sont également mesurables à cette échelle microfluidique.



©Food Research International

Figure 2 Avancées de la microfluidique dans le domaine du contrôle de la sécurité alimentaire (source : Thi Ngoc Diep Trinh, Kieu The Loan Trinh, Nae Yoon Lee, Microfluidic advances in food safety control, Food Research International, Volume 176, 2024, 113799, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113799>)

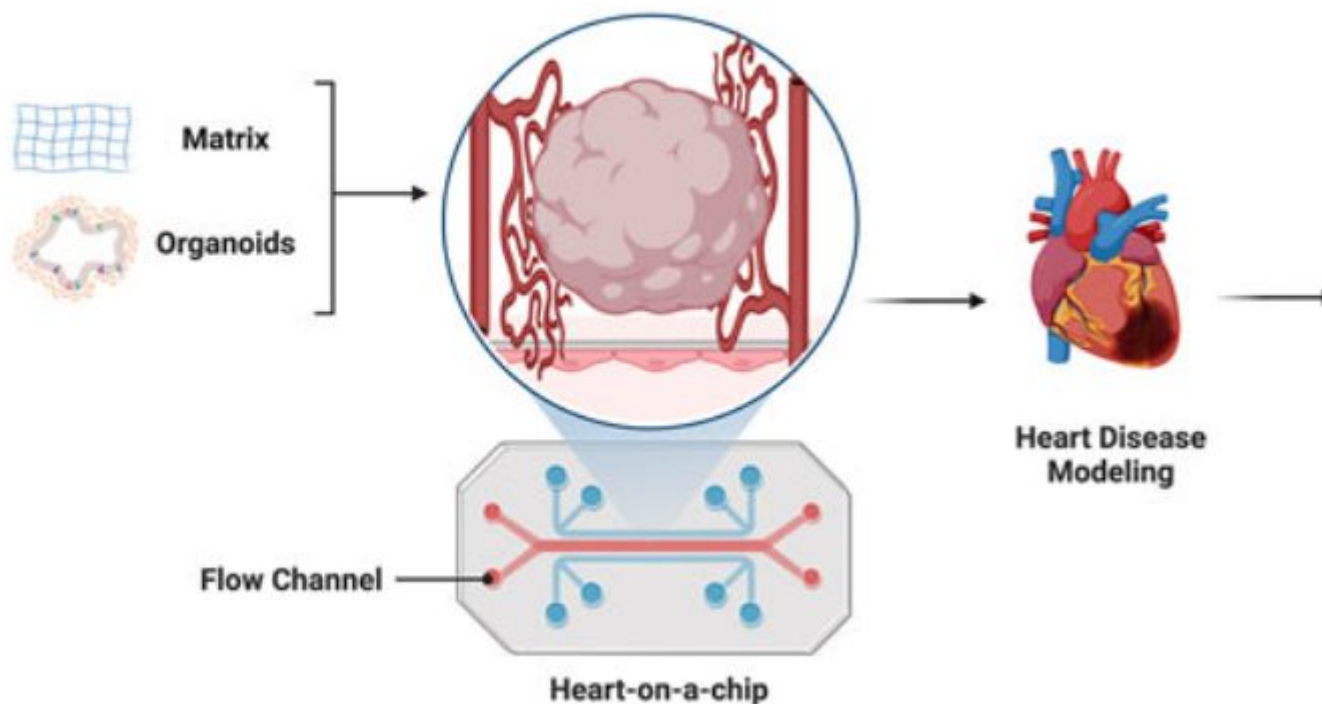
S'agissant de l'exécution de **tests environnementaux**, divers tests microfluidiques rapides permettent de mesurer la qualité de l'eau potable ou de boisson ainsi que des eaux fluviales et

océaniques. La détection et la quantification des métaux lourds, nitrates et agents pathogènes constituent autant d'exemples d'opérations d'ores et déjà menées à bien dans un labo sur puce.

Au-delà de l'exécution de tests

Outre l'exécution de tests, la microfluidique s'utilise aussi en production, comme au sein des micro-réacteurs bio-chimiques affectés à la production de microcapsules, à la culture d'organoïdes, etc. Ces organoïdes humains confectionnés à partir d'un organe ou de cellules souches du patient permettent d'évaluer l'impact de différents traitements sur la puce microfluidique plutôt que sur le patient.

Heart-on-a-Chip for Personalized Medicine



©2023 Muniyandi, O'Hern, Popa and Aguirre

Figure 3: Organigramme décrivant l'utilisation d'une plateforme « cœur sur puce » lors de la confection d'organoïdes cardiaques spécifiques au patient en vue de la mise en oeuvre d'applications relevant de la médecine personnalisée. (source : Muniyandi P, O'Hern C, Popa MA and Aguirre A (2023) Biotechnological advances and applications of human pluripotent stem cell-derived heart models. Front. Bioeng. Biotechnol. 11:1214431. doi : 10.3389/fbioe.2023.1214431)

Il ne s'agit là que de quelques exemples, mais tout processus de préparation d'échantillon ou d'analyse en laboratoire est un candidat potentiel à la miniaturisation, lorsqu'il est important de réagir rapidement, parfois sur le terrain, sans devoir recourir à un personnel spécialisé ni à un équipement sophistiqué et coûteux.

Dans des articles à venir, nous nous pencherons plus avant sur la conception et la production d'un laboratoire sur puce. Les compétences et les installations de production requises pour développer et confectionner ces produits au niveau local sont disponibles en Belgique. Nous nous ferons un plaisir de vous aider à lancer votre projet.

Financement du projet



Plus d'informations sur le projet

[Medical diagnostics goes micro and smart](#)

Conseils de lecture sur le sujet

Alhalaili, Badriyah & Popescu, Ileana & Rus?nescu, Carmen & Vidu, Ruxandra. (2022). [Microfluidic Devices and Microfluidics-Integrated Electrochemical and Optical \(Bio\)Sensors for Pollution Analysis: A Review](#). Sustainability. 14. 10.3390/su141912844.

Deliorman, Muhammedin & A., Dima & Qasaimeh, Mohammad. (2023). [Next-Generation Microfluidics for Biomedical Research and Healthcare Applications](#). Biomedical Engineering and Computational Biology. 14. 10.1177/11795972231214387.

Filippidou, Myrto-Kyriaki & Chatzandroulis, Stavros. (2023). [Microfluidic Devices for Heavy Metal Ions Detection: A Review](#). Micromachines. 14. 1520. 10.3390/mi14081520.

Wang, Ting & Yu, Cecilia & Xie, Xing. (2020). [Microfluidics for Environmental Applications](#). 10.1007/10_2020_128.

K.R. Jolvis Pou, Vijaya Raghavan, Muthukumaran Packirisamy, [Microfluidics in smart packaging of foods](#), Food Research International, Volume 161, 2022, 111873, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111873>.

Sridhar, A., Kapoor, A., Kumar, P.S. et al. [Lab-on-a-chip technologies for food safety, processing, and packaging applications: a review](#). Environ Chem Lett 20, 901–927 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01342-4>

Thi Ngoc Diep Trinh, Kieu The Loan Trinh, Nae Yoon Lee, [Microfluidic advances in food safety control](#), Food Research International, Volume 176, 2024, 113799, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113799>;

Tags

LoC, Lab-on-Chip, ?TAS, micro-total analysis systems, microfluidics, lab process

Auteurs



Tania Drissen



Denis Vandormael