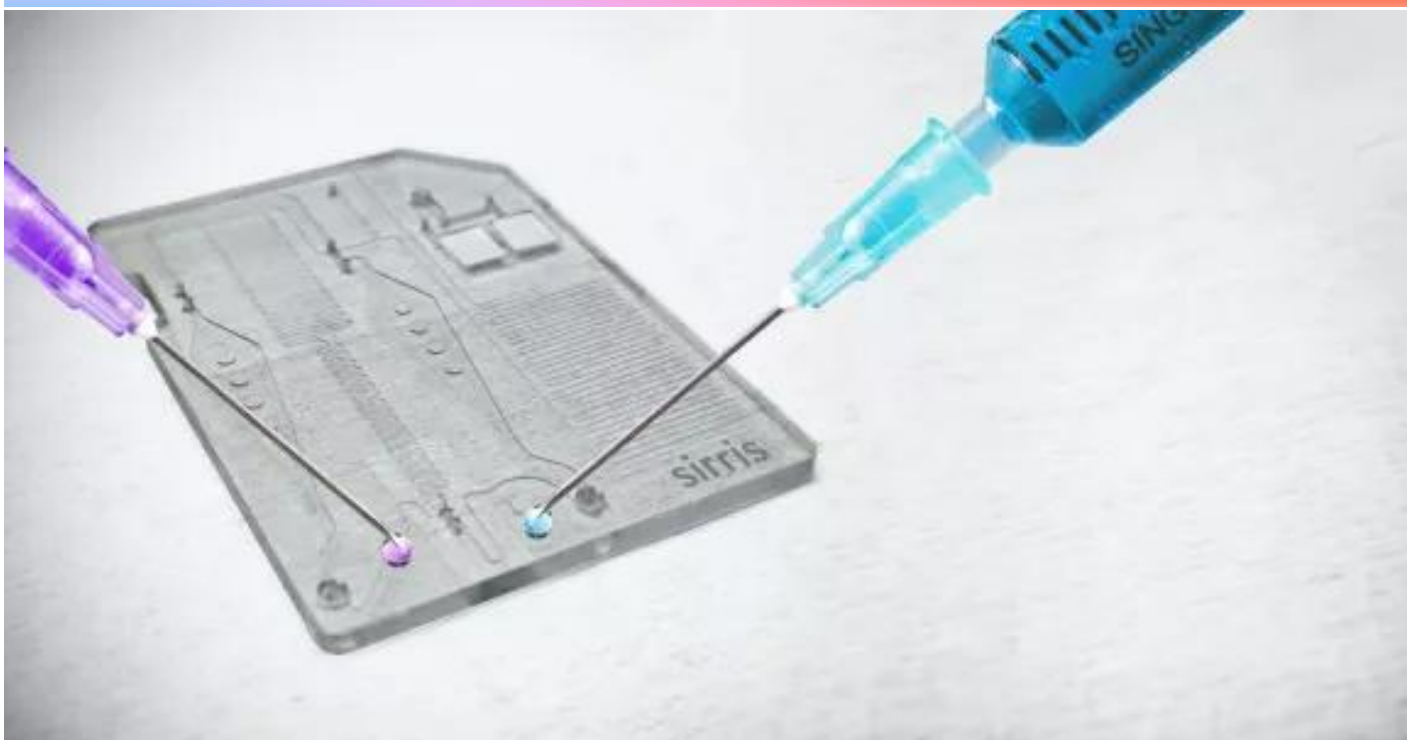




Conception d'une puce microfluidique | Partie 2

19 mars 2024, 09:25

Tania Drissen

Denis Vandormael

La microfluidique dans l'industrie

Se prêtant à la manipulation de fluides à micro-échelle, la microfluidique présente des avantages considérables, tels qu'une réduction significative du volume des échantillons, réactifs et déchets. Certaines propriétés chimiques et physiques particulières, dérivées à cette échelle, ouvrent la voie à des applications innovantes. La conception d'un composant microfluidique comporte plusieurs étapes clés, que nous exposons à grands traits dans ce deuxième article consacré à la microfluidique dans l'industrie.

La microfluidique se prête à l'exécution d'un grand nombre de fonctions complexes, tout en réduisant les coûts et durées d'expérimentation et en garantissant un contrôle précis des conditions dans lesquelles ces fonctions sont mises en œuvre. La microfluidique se distingue par sa grande robustesse, son potentiel élevé d'automatisation et son remarquable confort d'utilisation. Ses applications variées vont de l'élaboration de dispositifs médicaux de diagnostic rapide à la création d'organes sur puce, en passant par la réalisation de kits dédiés au contrôle de qualité sur le terrain ou à tout type de préparation d'échantillons ([comme nous en avons déjà fait état dans notre précédent article](#)).

La conception d'un composant microfluidique comporte plusieurs étapes clés, que nous exposons à grands traits ci-après.

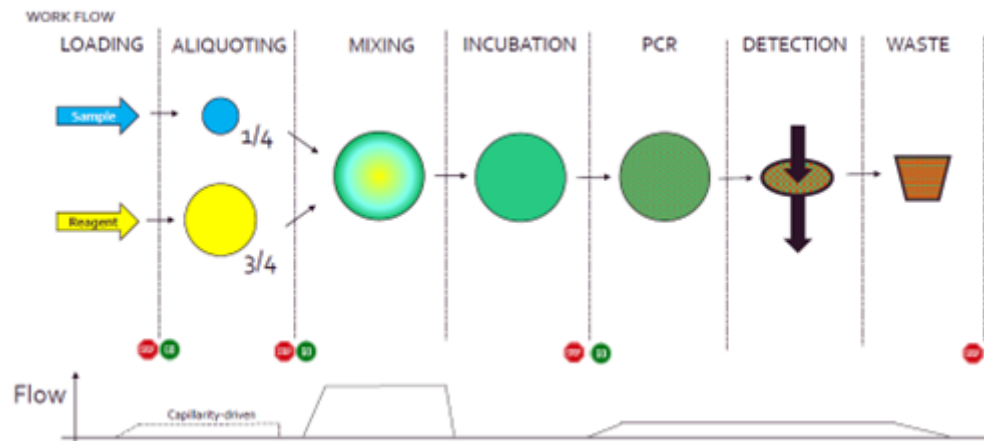
Étapes clés de la conception des composants microfluidiques

1. Définition du flux de travail

Commencez par élaborer un flux de travail théorique, en décomposant chacune des étapes du processus visé. Le recours à un protocole macroscopique existant (mis en oeuvre à l'échelle du laboratoire en fonction d'opérations standard) constitue un bon point de départ.

2. Identification des fonctions élémentaires

Décomposez le flux de travail en fonctions élémentaires : chargement d'échantillons et de réactifs, dosage, mélange, chauffage, filtration, détection. Précisez, pour chaque fonction, les paramètres physiques (température, débit, temps, pression) et volumétriques (dosage des analytes et réactifs, degré de dilution). Il convient de mener à bien ces différentes étapes dans un esprit de miniaturisation, dans la mesure où l'objectif visé consiste toujours à réduire au maximum la consommation des ressources et à optimiser les rendements, sans perdre de vue la sensibilité.



©Sirris

3. Réalisation du circuit microfluidique

Recourez à une approche similaire à celle qui prévaut dans le domaine de la conception de circuits électroniques complexes, en commençant par un inventaire des composants microfluidiques élémentaires. Cet inventaire se doit d'inclure les éléments suivants : entrées/sorties, chambres de réaction, résistances fluidiques, pompes capillaires, vannes de tous types et événements. Certains phénomènes spécifiques à micro-échelle tels que la mouillabilité, les angles de contact, la pression capillaire et l'écoulement laminaire seront également exploités de manière avantageuse. À ce stade, vous pourrez envisager l'usage de simulations (allant de simples équations de base à des modèles CFD plus complexes).

4. De l'esquisse au concept

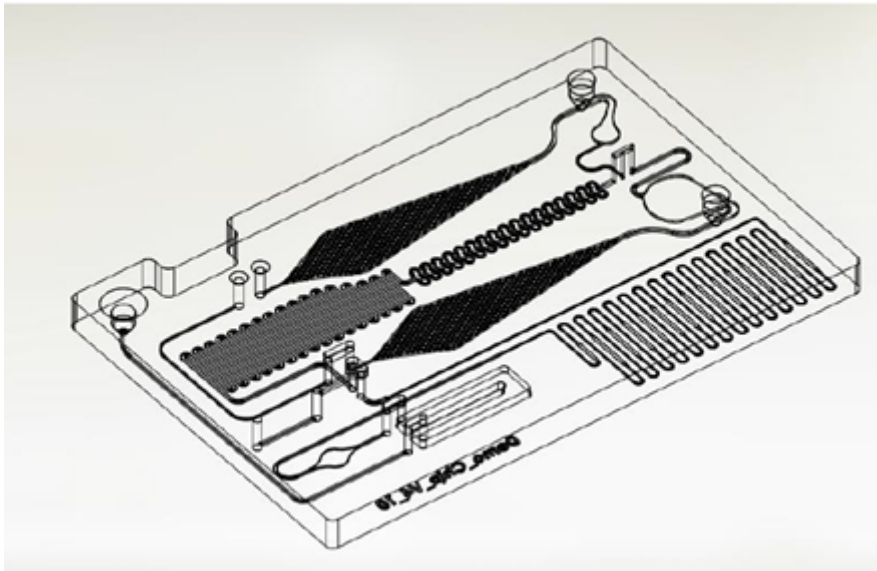
Élaborez un concept initial de développement d'un composant physique intégré - la puce microfluidique.

À ce stade, il est également important de considérer les éléments auxiliaires à prévoir à la périphérie de la puce microfluidique. Ils en détermineront l'assemblage et le conditionnement ainsi que l'implémentation du protocole complet. Ces composants font généralement partie de la plateforme de lecture associée à la puce microfluidique : pompes, éléments chauffants, régulateur de débit, capteurs, système d'analyse (optique, électrochimique, par fluorescence...), gestion des données et communication...

5. Conception en 3D

Transformez le concept en un projet initial de puce microfluidique. À ce stade, il est essentiel d'envisager les futures contraintes de fabrication de cette puce, y compris la stratégie d'assemblage, l'intégration éventuelle de composants tiers (membranes, réactifs) et l'étanchement. Ces contraintes sont indissociablement liées au matériau choisi et aux objectifs retenus en matière de coût/volume de production.

Ensuite, un progiciel de conception 3D assistée par ordinateur (CAO) permet d'obtenir une puce microfluidique parfaitement aboutie. À présent, les phases de prototypage, de mise au point et d'optimisation peuvent commencer (nous y reviendrons dans un prochain article).



©Sirris

Avez-vous à l'esprit un processus que vous aimeriez (re)concevoir à l'échelle microfluidique ? 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

VLAIO COOCK Medical diagnostics goes micro and smart, HBC.2021.0560



Plus d'informations sur le projet

[Medical diagnostics goes micro and smart](#)

Sources

- Olanrewaju A., et al., Capillary microfluidics in microchannels: from microfluidic networks to capillary circuits, Lab Chip, 2018, 18, 2323
- Lab-on-a-Chip Devices and Micro-Total Analysis Systems A Practical Guide: (PDF) Lab-on-a-Chip Devices and Micro-Total Analysis Systems A Practical Guide (researchgate.net)

Auteurs



Tania Drissen



Denis Vandormael