

Mieux doser les liquides grâce aux progrès de la technologie

Les pompes à membrane offrent une alternative efficace aux pompes à piston pour doser les liquides dans les systèmes de diagnostic *in vitro*. La technologie a beaucoup évolué dans ce domaine notamment en ce qui concerne le design, les matériaux utilisés et l'électronique de commande des moteurs.

Auteur | **Jean Delteil, Responsable du marketing chez KNF Flodos AG**

Dans la technologie *in vitro*, les échantillons de tissu ou de liquide biologique prélevés sont introduits dans une machine et divisés en plusieurs échantillons regroupés ensuite en paquets pour être statistiquement significatifs. Chaque paquet est alors analysé pour déterminer la présence et la quantité d'une cible, qui peut être par exemple une substance biochimique. La capacité de cette machine à traiter un grand nombre d'échantillons de manière automatique génère des besoins en matière de pneumatique et de fluidique ; c'est là qu'entrent en jeu

les pompes afin de véhiculer les liquides d'analyse et de nettoyage.

Pompes péristaltiques

Pour obtenir une précision moyenne de dosage des liquides dans les systèmes de diagnostic *in vitro*, les ingénieurs ont limité les options à certains types de pompes, qui présentent à la fois des avantages et des inconvénients.

Les pompes péristaltiques (illust.1) constituent une première option. Elles utilisent un jeu de rouleaux qui compressent un tube flexible dans un corps

de pompe. Le fluide est emprisonné dans les sections du tube entre deux rouleaux successifs et transporté par la rotation de la tête mue par le moteur.

Pour que la pompe fournisse un débit continu et précis, les rouleaux doivent compresser le tube complètement. Cela prévient une contre-circulation plaçant ainsi le tuyau sous une contrainte très forte qui entraîne son usure.

Ces pompes peuvent doser de manière très précise jusqu'à des fractions de millilitres et fournissent un circuit clos sans contact de la pompe avec le fluide. Elles ne nécessitent pas de clapets, peuvent transférer de fines particules, et le tuyau peut être stérilisé.

Elles sont cependant inadaptées à des pressions moyennes et élevées. Le tube est susceptible de fuir à cause des fortes contraintes auxquelles il est soumis, et les matériaux de tube disponibles limitent la gamme des produits chimiques pouvant être pompés, ou bien en rendent le coût prohibitif. La durée de vie limitée du tuyau implique une maintenance accrue et des coûts supplémentaires.

Pompes à seringue

Les pompes à seringue (illust.2) à haute précision offrent une seconde option. Elles peuvent doser de manière extrêmement précise de petits volumes en

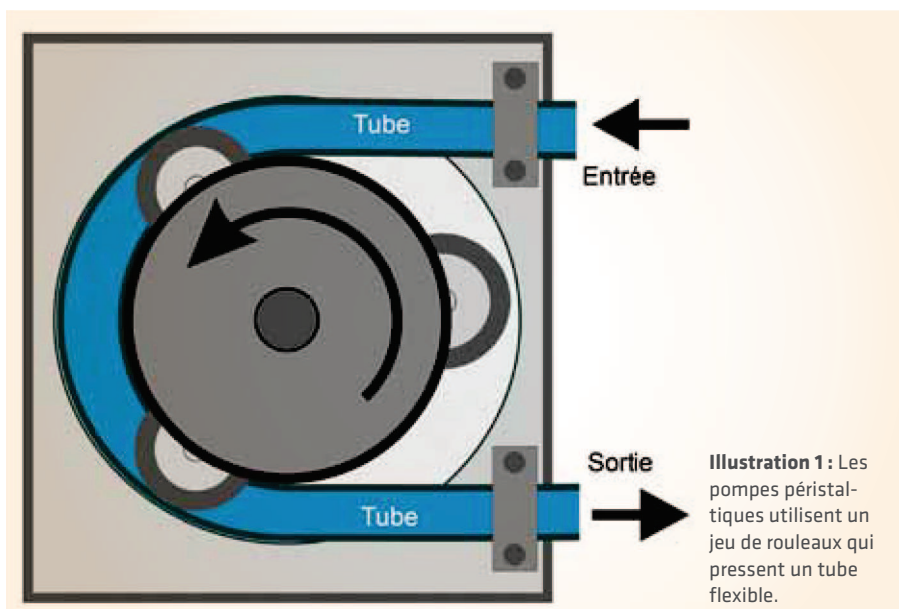


Illustration 1 : Les pompes péristaltiques utilisent un jeu de rouleaux qui pressent un tube flexible.

Source : KNF

Nouvelle pompe miniature LEE

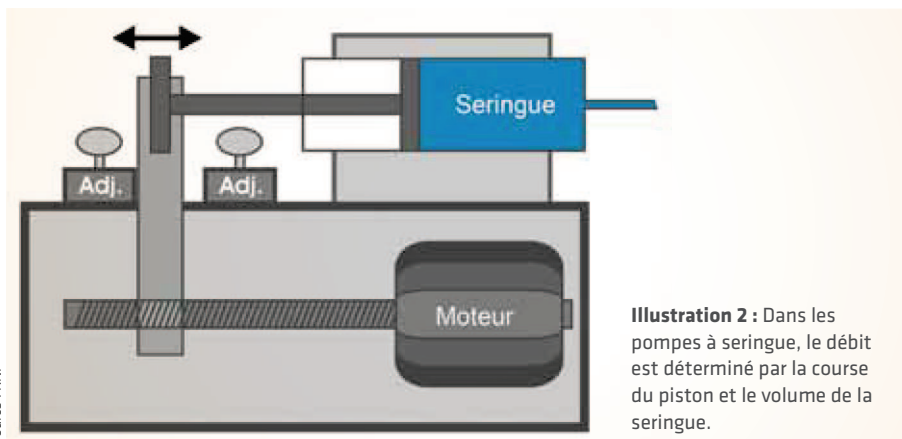


Illustration 2 : Dans les pompes à seringue, le débit est déterminé par la course du piston et le volume de la seringue.

Source : KNF

fixant le volume de la seringue et la longueur de la course du piston. Elles peuvent aussi fournir des débits précis sans pulsation en réglant la vitesse de déplacement du piston.

Un premier désavantage de ce type de pompe réside dans le fait que lorsque la seringue est vide, il faut la remplir. Le temps de remplissage ne permet alors plus un débit régulier. En conséquence, une pompe à seringue est normalement peu adaptée à des applications de dosage continu telles qu'on les trouve dans les systèmes de diagnostic in vitro.

Par ailleurs, la conception de ces pompes implique l'utilisation de joints glissants pour fonctionner précisément, ce qui entraîne inévitablement des problèmes liés à l'usure - notamment par des particules - conduisant à la contamination du liquide pompé.

Ce type de pompe est également particulièrement problématique si l'on dose des liquides qui tendent à cristalliser, ce qui entraîne une usure prématurée du piston et des joints et nécessite, par voie de conséquence, une maintenance. Les pompes à seringue sont donc bien adaptées pour doser de manière très précise de petites quantités de liquides très propres.

Pompes à piston

Pendant des années, les pompes à piston sans clapets ont été utilisées comme technologie prédominante pour les applications de dosage à précision

moyenne, offrant relativement plus d'avantages que d'inconvénients.

L'action de pompage est réalisée par la rotation et le mouvement simultané avant/arrière d'un piston en céramique dans un cylindre en céramique épousant exactement sa forme. Une rotation complète du piston est nécessaire pour chaque cycle d'aspiration et de refoulement.

L'absence de clapets réduit le potentiel d'obstruction et permet de changer le sens de pompage par retournement. Il permet aussi d'obtenir un débit constant sans "overshoot". Ces pompes offrent des performances stables et indépendantes de la température ou de la viscosité du liquide, une faible sensibilité à la contre-pression, et enfin une grande précision et répétitivité.

Néanmoins, ces pompes conservent quelques désavantages notoires. L'absence de clapets tend à réduire leur étanchéité à contre-courant, surtout lorsque les liquides possèdent une masse volumique inférieure à l'unité, et elle oblige le concepteur à les monter dans une position et une direction précise. De plus, un ajustement relativement complexe de la course est requis pour atteindre une grande précision. L'obligation d'effectuer une rotation complète du piston limite la capacité à délivrer une large plage de volumes unitaires.

Un des inconvénients majeurs - dû à la conception ajustée du couple piston/chambre - est la grande sensibilité aux particules, comme dans le cas des

Pompe de dosage

- à membrane séparatrice
- 50 µl par impulsion ±6%
- disponible en 12 ou 24 Volt
- faible consommation : 2.5 watts
- broches électriques pour connecteur

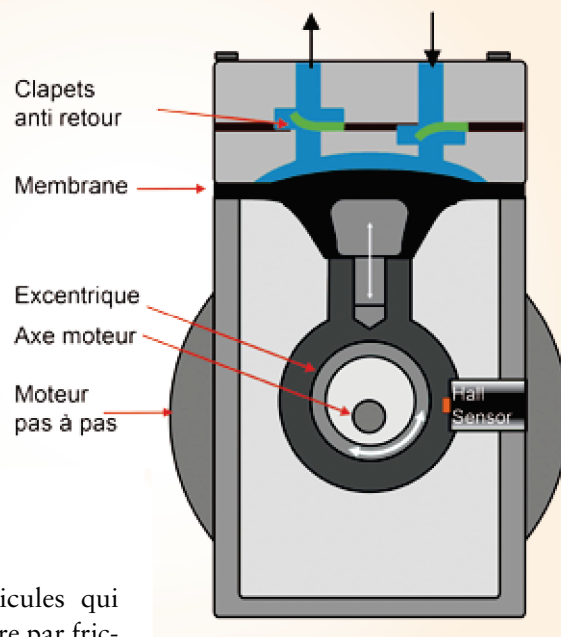


L'innovation en miniature

LEE COMPANY S.A.

44 Rue Jean Bart
F-78960 Voisins-le-Bretonneux
Tél : +33 1 30 64 99 44
Fax : +33 1 30 64 91 26
e-mail : info@leecompany.fr
www.TheLeeCo.com

Illustration 3 : La membrane flexible est clampée entre deux pièces de la tête de pompe, ce qui évite les risques de contamination.



Source : KNF

pompes à seringues, particules qui rayent le piston et la chambre par friction, endommagent les joints glissants et altèrent le bon fonctionnement de la pompe. C'est le cas de la plupart des solvants organiques qui contiennent des particules qui finissent par fissurer le piston.

Enfin, l'électronique de commande reste volumineuse et offre des fonctionnalités limitées.

La technologie à membrane

L'utilisation des pompes à membrane (illust.3) dans les appareils de diagnostic in vitro est une technologie simple à la base mais qui a beaucoup progressé grâce aux améliorations de design (dimensions), à l'utilisation de nouveaux matériaux et au développement de l'électronique de commande des moteurs.

Cette technologie permet d'économiser de l'espace à l'intérieur d'un appareil de diagnostic in vitro.

Dans une pompe à membrane, l'action de pompage est produite par le mouvement vertical de la membrane combiné à l'action des clapets d'aspiration et de refoulement anti-retour. La membrane flexible est clampée entre deux pièces de la tête de pompe, ce qui évite les risques de contamination. Les joints mobiles des autres types de pompes sont remplacés par des joints statiques plus efficaces et plus résistants.

Les matières plastiques apparues il y a plusieurs décennies déjà - PVDF et PPS - ont permis de réaliser des structures complexes moulées à des coûts très raisonnables. A la même époque, de nouveaux élastomères chimiquement inertes sont arrivés sur le marché et leur utilisation dans les appareils de diagnostic in vitro s'est développée, spécialement pour les liquides d'analyse et de nettoyage. Ces développements ont ouvert la voie à l'utilisation de membranes en élastomère pour les fonctions de circulation des liquides et d'aspiration. Leur utilisation a entraîné à son tour des développements ultérieurs, comme l'élargissement de la gamme de matériaux chimiquement inertes.

On peut citer deux exemples particuliers : les FFKM - ou perfluoro-élastomères - et le PEEK - Polyether ether kétone -. Le PEEK est en plein essor dans les appareils médicaux ; il suffit de visiter les salons consacrés aux appareils médicaux et d'analyse pour se rendre compte de l'ampleur du phénomène. L'arrivée de ces nouveaux matériaux combinée au progrès de la conception assistée par ordinateur (CAD) et de la simulation des flux a permis une avance technologique constante de la pompe à membrane.

Un autre facteur de progrès est le développement de l'électronique. Les pompes à membrane sont en passe de devenir des "smart pumps". Le développement des moteurs pas-à-pas et de la technologie des micro-pas a été décisif dans l'avancée technologique des pompes à membrane. La technologie des micro-pas combinée à celle des capteurs à effet hall, et plus récemment des capteurs optiques, permet de contrôler la vitesse du moteur et de déterminer très exactement la position de la membrane. Ceci a ouvert de nouveaux horizons aux pompes à membrane. Cette combinaison technologique apporte quatre avantages essentiels :

- 1. Il est possible de changer la course en modifiant électroniquement la position de la membrane à l'intérieur de la chambre, ceci sans avoir à recourir à un ajustement mécanique comme dans le cas des pompes à piston, et de doser des micro-volumes avec une excellente précision et répétitivité.
- 2. On peut faire varier la vitesse du moteur par un simple signal analogique, ou bien dans le cas particulier des pompes à membrane à entraînement linéaire magnétique, en faisant varier la fréquence.
- 3. La commande électronique permet de passer très facilement du dosage batch au volume unitaire ou à la répétition de volumes unitaires.
- 4. On peut faire varier les vitesses d'aspiration et de refoulement de manière indépendante pour que la pompe s'adapte à des liquides de densité et de viscosité différente.

Les pompes à membrane allient donc les bénéfices d'une conception simple et éprouvée au fil du temps à ceux de multiples progrès technologiques.

En conclusion, les ingénieurs en fluide ont désormais une alternative à considérer lorsqu'ils doivent décider comment gérer le besoin de dosage à moyenne précision dans les appareils de diagnostic in vitro.

➤ KNF Flodos AG,

CH-6210 Sursee,
www.knf-flodos.ch