

# La chimie microfluidique: d'un réacteur de quelques microlitres vers des productions industrielles. Exemples de solvants et réactifs verts pour le traitement de surfaces.

**i** Certech  
François Collignon

La réduction de l'impact environnemental des systèmes de traitement de surface nécessite la mise au point de nouveaux produits ou de nouvelles formulations qui répondent aux besoins les plus pointus des entreprises. Pour développer ces innovations de la façon la plus optimale qui soit, l'industrie chimique est en permanence à la recherche de procédés moins chers, plus rentables, plus propres, plus sécurisés et moins énergivores. Tous ces besoins peuvent trouver une solution grâce à l'intensification des procédés. L'intensification des procédés est une approche multidisciplinaire, relativement récente dans l'industrie chimique, qui se penche sur l'amélioration à la fois des procédés de fabrication et des réactions chimiques associées. Parmi les différentes voies permettant d'atteindre ces procédés optimisés, l'emploi de microréacteurs en continu apparaît comme une technologie fiable, productive et pouvant être montée en échelle de façon aisée.

## MICROFLUIDIQUE: AVANTAGES ET FREINS TECHNOLOGIQUES

Bien qu'il n'en existe à l'heure actuelle aucune définition « officielle », les technologies de chimie microfluidique décrivent usuellement des procédés ayant lieu dans des canaux de rayons inférieurs à 1000 µm pour des volumes de réactions allant du microlitre à quelques dizaines de millilitres à l'échelle du laboratoire. La production en continu permet de générer des quantités suffisantes à des fins de R&D, mais l'un des plus grands avantages de cette technologie est la grande facilité avec laquelle elle peut être montée en échelle. En effet, à cette échelle, les transferts de masse et thermiques sont très finement contrôlés et homogènes tout au long du procédé et donc chaque réactif suit le même trajet en termes de température, pression,



▲ Réacteur Corning® Low-Flow™ (photo prise sur équipement Certech)

temps de résidence... De fait, les données récoltées en R&D peuvent être facilement et rapidement extrapolées en production. Certains fournisseurs proposent ainsi des gammes de réacteurs allant d'une production de quelques millilitres jusqu'à près de 10 litres par minute. Un réacteur de laboratoire de ce type (Corning® Low-Flow™ Reactor de Corning® Advanced-Flow™ reactors) acquis par Certech dans le cadre du projet européen FEDER Flow4Syn, est ainsi représenté sur la photo.

D'autres avantages apparaissent avec l'utilisation de réacteurs microfluidiques. Tout d'abord, l'amélioration du transfert de masse ainsi que le chauffage extrêmement efficace grâce à un ratio surface de chauffe/volume de produit très important permettent non seulement d'accélérer le nombre de réactions, mais aussi d'améliorer la sélectivité de ces dernières en évitant les phénomènes de dégradation grâce à un contrôle fin des conditions opératoires. Ce large rapport surface/volume peut aussi permettre un refroidissement très rapide de réactions fortement exothermiques et permettre d'effectuer des

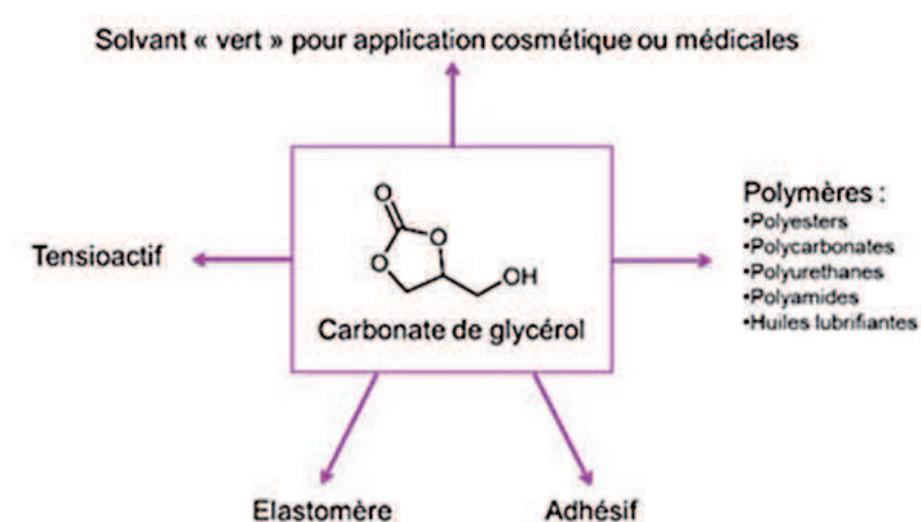
synthèses particulièrement dangereuses – comme, par exemple, la mise au point de substances explosives – de façon plus sécurisée, tandis que les faibles quantités de réactifs mises en jeu permettent une diminution significative des conséquences d'une explosion ou de l'émission accidentelle de produits chimiques.

Bien évidemment, travailler à une si petite échelle peut générer des problèmes qui n'existent pas à une échelle plus grande, notamment pour le traitement de composés insolubles qui peuvent mener à une obstruction des canaux. Dans ce cas, néanmoins, des solutions techniques sont en cours de développement, par exemple, dans le cadre du projet FEDER Flow4Solid porté par Certech sur le traitement de fluides chargés. L'autre point-clef pour le développement de cette technologie repose sur leur implémentation dans une industrie parfois conservatrice – et pas uniquement dans des PME innovantes – mais certaines grandes entreprises, comme Lonza, Novartis, UCB ou Pfizer communiquent déjà sur leur implication dans ces technologies.

### VERS LA SYNTHÈSE MICRO-FLUIDIQUE DE SOLVANTS ET RÉACTIFS VERTS POUR LE TRAITEMENT DE SURFACES

Dans le cadre du projet Flow4Syn, Cer-tech travaille – en collaboration avec les laboratoires MOST/IMAP de l'UCL et CiTos de l'ULg – sur le développement de carbonates biosourcés tels que le carbonate de glycérol ou les carbonates d'éthylène et de propylène. Leur synthèse à partir du carbonate de diméthyle étant généralement réalisée en milieu hétérogène et dépendante de la température, elles peuvent bénéficier des transferts de masse et de chaleur efficaces des réacteurs microfluidiques, tandis que le contrôle fin de la température de réaction peut éviter la génération de contaminants par dégradation des carbonates.

Le carbonate de glycérol est obtenu par transformation du glycérol, sous-produit obtenu lors de la transformation d'huile végétale en biodiesel. Il possède des propriétés telles qu'une faible toxicité, une faible tension de vapeur, une faible inflam-

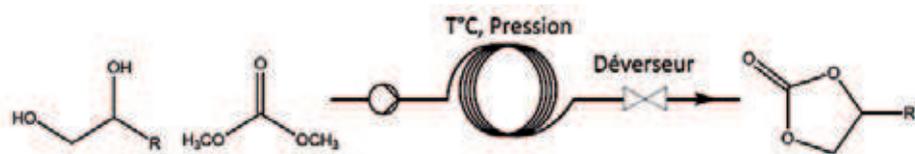


mabilité et un fort pouvoir mouillant qui peuvent être valorisées pour des applications cosmétiques ou médicales par exemple.

Ce produit peut réagir avec des anhydrides pour faire des points de réticulation de type ester; avec des isocyanates (pour former des uréthanes) ou avec des isophorone diisocyanates (IPDI) pour former des alkylene carbonates multifonctionnels. Ces matériaux peuvent alors réagir avec des polyamines pour former des revêtements protecteurs pour le bois ou les métaux (source: Technical Bulletin Jeffsol® glycerine carbonate Huntsman).

Les carbonates d'éthylène et de propylène peuvent, quant à eux, être employés comme diluants réactifs. Les réactions bénéficient alors de leur grand pouvoir solvant, tout en gardant une faible émission de COVs et d'odeurs, une toxicité et une volatilité réduites ou encore des points éclairés élevés. Ils peuvent alors réagir, par exemple, avec des uréthanes (vers des alkylene carbonates) ou des résines époxy. Leur fort pouvoir solvant – en particulier pour le carbonate de propylène – leur permet également d'être utilisés en formulation pour des applications de traitement de surfaces telles que le nettoyage/dégraissage ou encore pour enlever les traces de peintures en substitution aux dérivés chlorés toxiques et non biodégradables utilisés traditionnellement.

Auteurs: Julien Estager, Adrien Gauchet





**TQC** **TQC PowderTAG**  
Thickness Analyzing Gauge

*Vision on quality*  
[www.tqc.eu](http://www.tqc.eu)



- Meet op elke metalen ondergrond, ongeacht vorm, model, afmeting
- Meet poedercoating dikte voor en na het uitharden
- Meet nauwkeurig, tot wel 300µm



Molenbaan 19 | 2908 LL Capelle a/d IJssel | NL | T +31(0)10 - 79 00 100 | F +31(0)10 - 79 00 129 | E info@tqc.eu | W www.tqc.eu