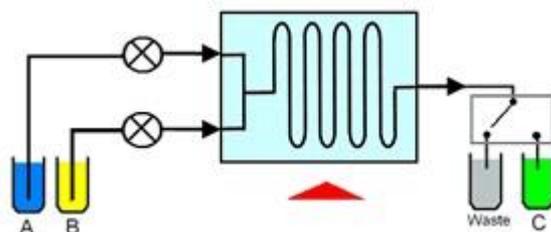


# Introduction à la chimie de flux et présentation de Vapourtec

La chimie de flux (également appelée chimie en flux continu) recouvre les réactions chimiques déclenchées dans un flux continu. Les réactifs sont ajoutés, par pompage, dans un mélangeur, puis passent dans un tuyau, un tube ou un réacteur microstructuré à température contrôlée, jusqu'à ce que la réaction soit complète.



Le mélangeur et le réacteur sont normalement maintenus à la température appropriée pour favoriser la réaction souhaitée. Les réactifs peuvent toutefois également être exposés à un flux électrique ou un flux de photons, afin de promouvoir une réaction électrochimique ou photochimique.

## Traitement discontinu vs traitement en flux

Les avantages de la chimie de flux, par rapport à la chimie discontinue conventionnelle, sont les suivants :

**Sécurité renforcée des réactions en cas de manipulation de matières dangereuses.** L'excellente performance en termes d'évacuation de la chaleur permet de contrôler les réactions fortement exothermiques en toute sécurité. La quantité de matières dangereuses en cours de traitement peut être minimisée avec le traitement en flux, par rapport au traitement discontinu.

**Sécurité renforcée des réactions impliquant un dégagement gazeux.** La chimie de flux permet de limiter le débit maximal de dégagement gazeux en fonction du débit auquel les réactifs sont ajoutés par pompage. Dans les réacteurs discontinus, le débit de dégagement gazeux peut devenir incontrôlable et provoquer une explosion.

**Sécurité renforcée à pressions élevées.** Les réacteurs continus ne nécessitent pas d'espace de tête, ce qui élimine les risques associés aux gaz/vapeurs comprimés à haute pression.

**Permet des conditions de réaction impossibles à reproduire avec des réacteurs discontinus.** Les temps de réaction en flux peuvent être contrôlés avec précision (jusqu'à la seconde près), permettant ainsi de générer rapidement des intermédiaires réactifs qui pourront être immédiatement utilisés dans une nouvelle phase de la réaction.

**Réactions plus rapides.** Les réacteurs continus peuvent être mis sous pression de façon simple et sécurisée. Cela permet d'obtenir des températures de réaction largement supérieures au point d'ébullition normal des solvants, offrant ainsi des vitesses de réaction étant plusieurs milliers de fois supérieures à celles obtenues dans des conditions de reflux.

**Rapidité des extrapolations** Les difficultés associées à l'extrapolation des réactions discontinues sont bien connues. Les réactions continues peuvent être extrapolées beaucoup plus facilement : il suffit pour cela de les exécuter pendant une période prolongée ou en utilisant des débits plus élevés et en augmentant en conséquence la taille des réacteurs.

**Réactions photochimiques.** Les réacteurs photochimiques discontinus conventionnels présentent un certain nombre de limites, en particulier sur le plan de l'extrapolation des réactions photochimiques. L'association du flux continu avec la photochimie permet d'améliorer les conditions de sécurité et de supprimer ces limites associées aux réacteurs discontinus.

**Intégration des processus aval.** Les processus, traitements conclusifs et analyses menés en aval peuvent être intégrés au sein du processus de flux. Il est ainsi possible d'intégrer des opérations telles que le traitement conclusif aqueux, des colonnes d'élimination des métaux ou encore des

résines échangeuses d'ions. Les techniques d'analyse en ligne (UV, conductivité, pH et même FTIR) peuvent être aisément mises en œuvre.

**Optimisation des réactions et dépistage des réactifs.** L'automatisation des expériences de chimie de flux assure une variation rapide des conditions de réaction. Elle permet également d'exécuter les réactions sans surveillance et à petite échelle. Un échantillonneur automatique peut être ajouté pour permettre la synthèse de chimiothèque ou le filtrage des réactifs/catalyseurs.

Pour voir des exemples d'application détaillés, [consultez la section Applications](#)

## Systemes de chimie de flux Vapourtec

Vapourtec propose deux gammes de systèmes de chimie de flux :

- Série E : un système d'entrée de gamme très simple à utiliser, prenant notamment en charge le pompage des organométalliques, des acides forts et des boues.
- Série R : un système modulaire haut de gamme, pouvant être utilisé de façon autonome ou intégré avec d'autres équipements pour la prise en charge d'un large ensemble d'expériences automatisées de chimie de flux.

Ces deux gammes de systèmes partagent un certain nombre de caractéristiques communes. Veuillez trouver ci-dessous un résumé de leurs caractéristiques principales.

### Série E

Le système de chimie de flux Série E représente une avancée majeure :



#### Robuste

- Pompes capables de prendre en charge les acides forts
- Permet d'utiliser des réactifs sensibles à l'air et à l'humidité
- Pompage des matières en suspension, des boues légères et des gaz

#### Simple d'utilisation

- Interface tactile simple et intuitive
- Amorçage de la pompe d'un simple bouton
- Prêt à l'emploi

#### Abordable

- À peu près le coût d'un synthétiseur de micro-ondes de laboratoire

#### Polyvalent

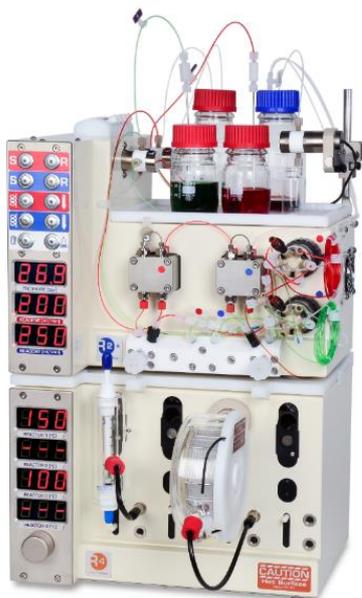
- Compatible avec tous les réacteurs

Afin de couvrir tout le spectre des applications synthétiques, Vapourtec propose quatre modèles de la Série E :

- **Easy-Scholar.** Pour l'enseignement de la chimie de flux (études d'enseignement supérieur, jusqu'au troisième cycle)
- **Easy-Polymer.** Conçu spécifiquement pour les besoins des chimistes spécialistes des polymères
- **Easy-MedChem.** Le système polyvalent idéal pour tout laboratoire de chimie de synthèse
- **Easy-PhotoChem.** Pour mettre la photochimie à la portée de tous les chimistes de synthèse

## Le système Série R de base

Le système Série R est composé du module de chauffage à réacteurs R4 (en bas) et du module de pompage R2+ (en haut), empilés l'un sur l'autre afin de minimiser l'occupation au sol.



Le module de chauffage R4 offre un certain nombre de caractéristiques uniques.

- Quatre positions à température contrôlable de façon indépendante, chacune acceptant un réacteur à tube ou à colonne
- Rapidité et simplicité de la mise en place : les réacteurs peuvent être interchangeables en quelques secondes
- Contrôle de la température allant de la température ambiante jusqu'à 250°C

La technologie novatrice de réchauffement/refroidissement des réacteurs par l'air offre les avantages suivants :

- Les réactifs restent visibles à travers tout le réacteur (tubes ou colonnes).
- Les réactions exothermiques peuvent être contrôlées en toute sécurité.
- Le système peut passer rapidement d'une température de consigne à une autre.
- Les changements de réacteur n'exposent pas l'utilisateur à des fluides de transfert de chaleur peu pratiques, voire toxiques.

Le module de pompage sophistiqué R2+ offre quant à lui les caractéristiques suivantes :

- Deux canaux pompés de façon indépendante (avec possibilité d'extension à 4 canaux, voir ci-dessous)
- Un système exclusif de surveillance du fonctionnement qui avertit de la présence de bulles de gaz ou de particules solides compromettant le débit de la pompe, garantissant ainsi que le débit affiché est systématiquement correct.
- Dispositif de boucle d'injection des échantillons, permettant la prise en charge des réactions à petite échelle
- Détection automatique des fuites ou blocages, permettant de laisser les réactions se dérouler sans surveillance et en toute sécurité.

## Réacteurs



Les systèmes des gammes Série E et Série R utilisent les mêmes modules de réacteur. La gamme des réacteurs proposés est très complète. Les photos ci-dessous n'en montrent que quelques exemples. La liste fournie ci-dessous répertorie l'ensemble des réacteurs de la gamme :

- Réacteur standard à tube enroulé
- Micromélangeur / réacteur à puce
- Réacteur à colonne
- Réacteur photochimique
- Réacteur à tube refroidi
- Réacteur à colonne refroidie

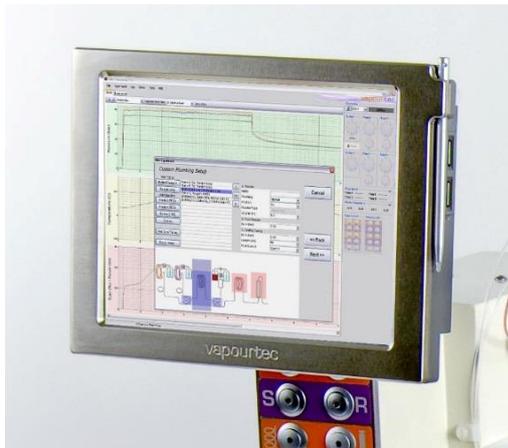


- Réacteur à tube avec mélangeur chauffé
- Réacteur à gaz liquide
- Régulateur de pression d'évaporation chauffé

Pour plus d'informations, consulter :

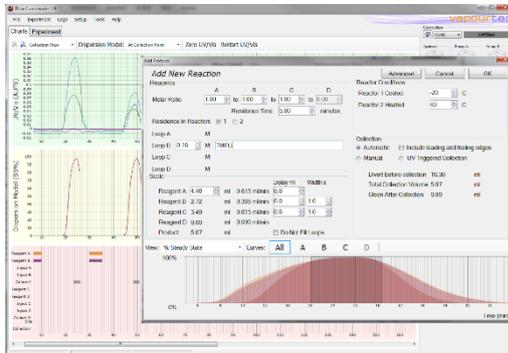
[www.vapourtec.com/products/flow-reactors/](http://www.vapourtec.com/products/flow-reactors/)

## Logiciel Flow Commander™



Ce logiciel, qui peut être utilisé soit sur un panneau de commande tactile dédié, soit sur un PC Windows, transforme le système Série R en une plateforme d'optimisation entièrement automatisée

- Accélère la mise en place des expériences en calculant l'ensemble des débits et réglages des soupapes et pompes.
- Fonctionnalités de journalisation, de reporting, de sauvegarde et de partage des paramètres et données des réactions.
- Incorpore un algorithme unique de calcul de la dispersion, qui prédit le moment où l'écoulement de sortie du produit final atteindra l'état stationnaire (et par conséquent, le moment où l'on doit commencer à collecter le produit final). Permet de collecter un maximum de produit à partir d'un minimum de réactifs.
- Extrapolation instantanée : choisissez un réacteur plus grand et le logiciel recalcule tous les débits.
- Permet à l'utilisateur de surveiller/contrôler l'équipement à distance via un réseau LAN, si nécessaire.
- Possibilité d'ajouter des équipements externes (voir ci-dessous)



## Ajout d'un collecteur de fractions



À l'aide d'un collecteur de fractions, l'utilisateur peut mettre en attente une séquence de réactions, puis laisser le système sans surveillance pendant qu'il les fait tourner.

- Vous pouvez mettre en attente de réalisation autant de réactions que vous le souhaitez, sans avoir à surveiller leur bonne exécution.
- Plusieurs modèles de collecteurs de fractions, comptant parmi les plus populaires, sont pris en charge.
- Possibilité de prélever des petits aliquotes d'analyse distincts à mi-hauteur du pic de réaction.
- L'utilisateur peut choisir le volume de liquide et le nombre de flacons à collecter pour chacune des réactions.

## Ajout de canaux de réactifs supplémentaires



Ajoutez un ou deux canaux supplémentaires (jusqu'à 4 canaux maximum), permettant de créer des scénarios de réactions plus complexes.

- Utilisez jusqu'à 4 réactifs distincts
- Effectuez des réactions à phases multiples
- Procédez à des ajouts partiels afin d'améliorer la sélectivité
- Automatisez les réactions de type *catch and release*
- Arrêt de la réaction en ligne
- Traitement conclusif aqueux
- Régénération de la colonne de catalyseurs

## Ajout d'un passeur d'échantillons



Chargez différents réactifs pour chaque cycle de réaction, si nécessaire. Pour la synthèse de bibliothèque ou le filtrage des catalyseurs.

- Jusqu'à 4 boucles de réactifs peuvent être intégrées dans le système, avec des volumes compris entre 0,5 et 10 ml par injection.
- Le passeur d'échantillons peut également être utilisé en même temps comme collecteur de fractions. Utilisez les produits de la réaction précédente comme réactifs pour les réactions suivantes.
- Génération automatisée de chimiothèques.

- Filtrage des réactifs ou catalyseurs.

## À propos de Vapourtec

Vapourtec Ltd est une entreprise technologique dont le siège social est situé près de Cambridge au Royaume Uni, et qui compte de nombreuses années d'expérience dans la production d'équipements de laboratoire de pointe, destinés aux activités de recherche de l'industrie pharmaceutique.



Vapourtec développe et fabrique des systèmes de chimie de flux. Un grand nombre de fonctionnalités novatrices ont été associées pour proposer une plateforme garantissant une précision et une répétabilité *best in class*, une optimisation accélérée des réactions et une extrapolation instantanée et reproductible.

L'engagement fort de Vapourtec dans l'application de techniques d'ingénierie éprouvées garantit, dès le départ, la solidité et la fiabilité de ses produits, une approche qui porte clairement ses fruits si l'on en juge par la satisfaction exprimée par nos clients, un grand nombre desquels renouvellent d'ailleurs régulièrement leurs commandes.

## Succès dans les publications scientifiques

À ce jour, la page des [Publications](#) Vapourtec répertorie plus de 180 articles évalués par les pairs faisant état de travaux effectués avec des systèmes Vapourtec. Cela représente plus du double du nombre de publications fondées sur des travaux menés avec les équipements du principal concurrent de Vapourtec. Pourquoi les utilisateurs de systèmes Vapourtec publient-ils clairement plus d'articles de recherches que les utilisateurs d'autres systèmes ?

Certaines des caractéristiques du système Vapourtec sont particulièrement utiles à cet égard :

- Le système est flexible et peut s'adapter à l'évolution de leurs besoins en matière de recherche.
- Le système est très performant, permettant ainsi à chaque utilisateur d'être plus productif.
- Vapourtec offre une précision *best-in-class* de la commande du débit et de la température, garantissant ainsi la répétabilité des résultats.
- Le système est fiable et simple d'utilisation. Les utilisateurs peuvent ainsi consacrer l'essentiel de leur temps à la chimie, et non pas aux modes d'emploi de leurs équipements.

## Support technique mondial

Vapourtec assure une assistance technique auprès de 300 systèmes de chimie de flux installés de par le monde. Basé au Royaume-Uni, notre service d'assistance met tout en œuvre pour assurer une intervention rapide où que se trouve le client : États-Unis, Canada, Amérique du Sud, Australasie, Europe ou Royaume-Uni.

Pour plus d'informations, veuillez contacter : [info@vapourtec.com](mailto:info@vapourtec.com)

Pour télécharger les informations présentées sur ces [pages](#), cliquez ici :