

## NEWSLETTER 2018-01

### Aspect de Sécurité des Procédés d'Hydrogénation

**Les réactions d'hydrogénations font partie des procédés « à risque ». D'une part à cause de l'utilisation d'hydrogène et de catalyseur parfois pyrophorique mais également en raison des potentiels élevés de réactions (principale et secondaires). Il convient donc d'étudier les différentes étapes du procédé global afin de mettre en place des mesures de sécurité adéquates.**

L'hydrogène est particulièrement dangereux à cause de son large domaine d'explosibilité (4–77% dans l'air) et de sa très faible énergie minimale d'inflammation : 17  $\mu$ J. De plus, étant une petite molécule, elle diffuse facilement et les fuites sont à redouter. Souvent également, des solvants inflammables sont utilisés, ainsi que des catalyseurs pyrophoriques.

La réaction d'hydrogénation se fait généralement dans un système hétérogène : le réactif en phase liquide, le catalyseur solide, et l'hydrogène gazeux. De ce fait, la cinétique de la réaction est souvent limitée par le transfert de masse (solubilisation de l'hydrogène, transfert de l'hydrogène et du réactif vers le catalyseur). Cette particularité permet d'utiliser des mesures en cas de pannes telles que l'arrêt d'agitation et la décompression du réacteur. Cependant l'utilisation de ces mesures doit être couplée avec une connaissance du mécanisme réactionnel : y a-t-il formation d'intermédiaires ? Ces intermédiaires sont-ils stables ? La mesure en calorimètre de réaction sous pression d'hydrogène permet de mesurer la puissance et l'énergie de réaction, de déterminer le régime (cinétique ou transfert de masse). Nous disposons à cet effet de différents agitateurs qui permettent de transformer notre calorimètre de réaction en une maquette du réacteur industriel. Enfin il est possible de tester l'efficacité de l'arrêt d'agitation en tant que mesure d'arrêt. La

mesure de la consommation d'hydrogène permet de calculer l'accumulation et d'identifier un changement de mécanisme, ou une accumulation de réactif. Des mesures de calorimétrie différentielle à balayage permettent d'évaluer la stabilité du milieu réactionnel à différents stades du procédé (mélange initial et final mais également lors de la présence d'un intermédiaire). De plus, cela permet également de réaliser un criblage de déviations courantes, telles que la sédimentation de catalyseur qui peut entraîner une concentration de catalyseur localement plus élevée et ainsi déstabiliser le milieu réactionnel.



En fin de réaction, le réacteur doit être décompressé de manière sûre. En effet, il faut éviter de créer une atmosphère explosive dans la ligne d'évent. Il faut également éviter les contaminations que ce soit la présence d'hydrogène dans d'autres parties de l'installation ou la contamination par l'entraînement de catalyseur. Si la décompression est trop rapide, le gaz peut entraîner du liquide et du catalyseur en suspension. Le catalyseur risque de sécher dans la conduite d'évent et représente alors une source d'ignition potentielle. Différentes stratégies permettent d'éviter ce phénomène. La conception de la ligne d'évent, ainsi que la procédure de décompression demandent une attention particulière.

La filtration du catalyseur en vue de son recyclage représente une autre source de danger, dans la mesure où le catalyseur imbibé de milieu réactionnel peut présenter un danger d'auto-échauffement.

Les procédés d'hydrogénations présentent un certain nombre de défis techniques au niveau sécurité, faisant intervenir deux grands aspects de la sécurité des procédés : l'ATEX et la sécurité thermique. Toutefois, il existe des méthodes permettant de conduire ces procédés en toute sécurité grâce à une palette de mesures de sécurité fiables.

Nous mettons à votre disposition nos laboratoires et notre expertise pour vous aider à sécuriser vos procédés d'hydrogénation. N'hésitez pas à nous contacter pour toute demande de renseignements.

#### Contact

Anne-Florence Tran-Van  
TÜV SÜD Process Safety  
Mattenstrasse 24  
CH-4002 Basel

Phone: +41 58 517 80 46

E-mail:  
[anne-florence.tran-van@tuev-sued.ch](mailto:anne-florence.tran-van@tuev-sued.ch)