



WHITE PAPER

Organes d'Évacuation des Surpressions

Les soupapes et disques de rupture font partie des barrières les plus employées dans l'industrie de procédé. Ils peuvent assurer la protection de réacteurs, de réservoirs de stockage, de colonnes à distiller, de sècheurs ou d'autres équipements de procédé. Lorsqu'ils sont conçus et exploités correctement, de tels systèmes peuvent être un bon compromis coût / fiabilité.

Un dimensionnement correct, une maintenance et une inspection rigoureuse de ces systèmes d'évacuations des surpressions sont essentiels pour assurer la sécurité du personnel et de l'environnement et pérenniser la disponibilité des installations. Cependant, nous continuons à observer des incidents qui mettent en jeu des défaillances au long du cycle de vie de ces systèmes.

1. Considérations Initiales

L'organe d'évacuation des surpressions doit être dimensionné par rapport à l'équipement concerné, mais aussi vis à vis du procédé mis en jeu (produits, conditions opératoires, dangers propres, ...); une taille « standard » sélectionnée par une ingénierie ou fournisseur d'équipement sera souvent insuffisante, à moins que tous les aspects aient été entièrement pris en compte. Le dimensionnement

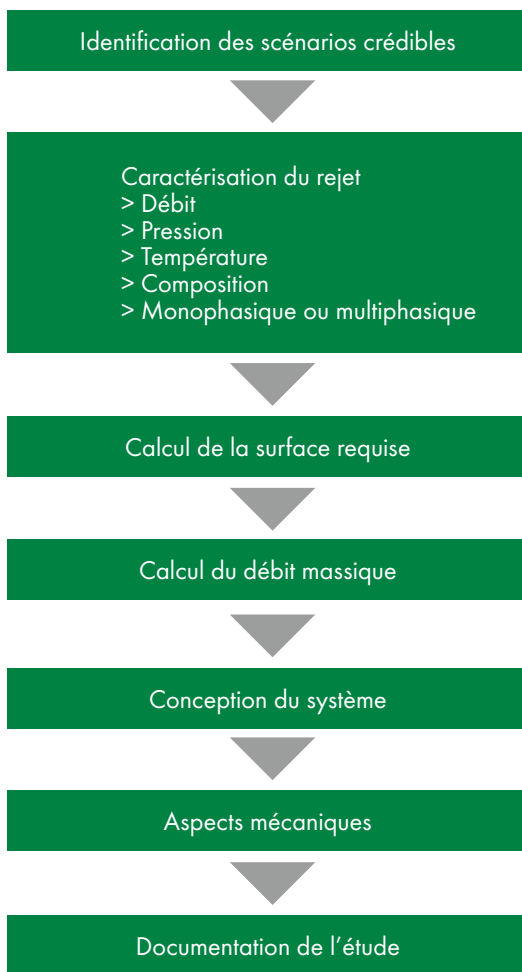
doit tenir compte de tous les scénarios crédibles de génération de pression, y compris les réactions d'emballage thermique, les décompositions chimiques ou l'incendie extérieur, ainsi que des scénarios de surpression physique (sortie bouchée, défaillance des systèmes de contrôle, perte d'électricité, dilatation thermique de liquides...). Les calculs de dimensionnement devront souvent être effectués pour des conditions de décharges multiphasiques vers un système de traitement en aval pour assurer la protection de l'environnement. La conception mécanique de l'ensemble du système devra prendre en considération les forces de réaction associées à l'évènement redouté, celles-ci pouvant être importantes. Cette phase de conception de l'ensemble nécessite une approche structurée afin de spécifier les différentes exigences du système et documenter de manière exhaustive cette phase de conception.

La plupart des sociétés ont leurs propres critères d'acceptabilité du risque. En outre, la protection des équipements contre les surpressions est réglementée dans les droits européen et nationaux. Les aspects techniques (hypothèses, formules de calcul, etc.) sont régis par les normes correspondantes. Bien que d'autres options de barrières peuvent être utilisées – comme par exemple des systèmes instrumentés de sécurité conçus selon les normes EN-61508 et EN-61511 –, le régulateur exige généralement des preuves que des

organes d'évacuation des surpressions sont en place pour assurer le niveau de protection ultime.

2. Procédure de Dimensionnement

L'état de l'art des méthodes de conception et dimensionnement des organes d'évacuation des surpressions est basé sur différentes normes internationales ainsi que les travaux du Design Institute for Emergency Relief Systems (DIERS) et de différentes recherches associées. Les principales étapes de la procédure pour la conception des organes d'évacuation des surpressions suivent le logigramme suivant :



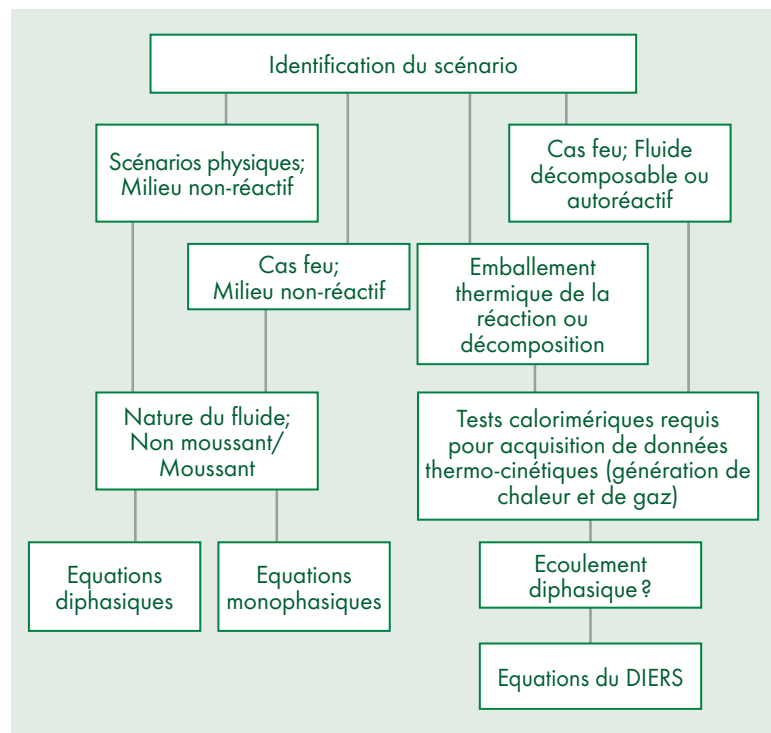
2.1. Identification des Scénarios Dimensionnants

Certains scénarios – tel le cas feu – sont faciles à identifier, par simple inspection des schémas de procédé ou via des listes telles qu'établies dans les normes (API 521, ISO 4126-10, ...). Cette approche « standard » peut ne pas être suffisante et conduire à ne

pas identifier des scénarios plus sévères liés à des déviations de procédé ou à des phénomènes d'emballement ou de décomposition. Dans certains cas, l'approche peut également conduire à sur-spécifier des organes pour protéger des équipements contre des scénarios hautement improbables. Dans la plupart des cas, l'identification des scénarios dimensionnant doit se faire via une analyse de risques formelle de type HAZOP.

2.2. Caractérisation du Scénario et Calcul de la Surface Requise

Le tableau suivant résume la démarche de caractérisation de chaque scénario identifié et du calcul de la surface requise :



Pour les systèmes réactifs, le scénario dimensionnant (celui qui génère le plus grand débit) est souvent un emballement ou une décomposition de la masse réactionnelle.

Souvent, des scénarios génèrent des débits à évacuer nettement inférieurs. Il n'est alors pas rare de protéger indépendamment l'équipement contre ces deux types – petit et grand débit via par exemple une soupape et un disque de rupture à des pressions d'ouvertures différentes. Solliciter un organe plus grand peut compromettre sa fiabilité. Dans tous les cas, il est essentiel d'identifier et de documenter tous les scénarios et calculs dans un véritable « dossier soupapes » – qui s'avèrera très utile dans le cadre de modifications.

2.2.1 Systèmes Réactifs

La caractérisation du scénario dimensionnant est particulièrement importante dans le cadre d'une problématique d'emballage de réaction chimique. Dans le cas des réactions exothermiques ou de décomposition thermique, la perte de contrôle se traduit souvent par une réaction qui accélère, la conséquence étant une augmentation exponentielle du dégagement de chaleur ce qui impacte grandement les débits à évacuer.

Si l'un des produits de la réaction est un gaz, comme souvent suite à une décomposition, la pression dans un équipement fermé augmentera directement ; de même, lorsque la température augmente, la pression de vapeur du solvant augmente. Pour les effectuer des calculs corrects, il est important de pouvoir distinguer le mode dominant de génération de pression et d'évaluer son débit. L'ouverture d'un organe d'évacuation de surpression donne souvent lieu à un écoulement multiphasique avec entraînement de liquide et/ou de particules solides. Les systèmes monophasiques ne libèrent que du gaz pendant la phase de décharge. Quant aux systèmes moussants, ils sont évidemment assimilés à des écoulements diphasiques. Ces caractéristiques doivent être connues afin d'appliquer la bonne méthode de calcul. A mesure que la pression diminue le long de la conduite d'évacuation, la phase gazeuse se dilate et la phase liquide saturée flashe, ce qui conduit souvent à de l'engorgement et réduit la capacité de décharge. La procédure de calcul doit identifier et prendre en compte ces aspects.

Un certain nombre de cas plus complexes sont parfois rencontrés dans des situations industrielles. Il existe des systèmes où la viscosité augmente lors de la réaction comme lors d'une polymérisation, des milieux contenant des phases liquides non-miscibles, des systèmes ayant une grande quantité de gaz dissous ou ceux qui sont proches des points critiques thermodynamiques du solvant. Ces cas sont plus complexes et nécessiteront des études plus approfondies et des données supplémentaires.

2.2.2 Systèmes Non-Réactifs

Même si aucune **réaction chimique** est mise en oeuvre, il est nécessaire de déterminer si la décharge sera monophasique ou diphasique, et appliquer les méthodes de calcul appropriées. Les approches basées sur des normes peuvent s'avérer conservatrices et en fonction des critères d'acceptabilité des risques ne pas coïncider avec les exigences d'une entreprise. Parfois, l'approche simplifiée basée sur les normes classiques ne révèle pas le comportement plus complexe du système lors de l'évènement redouté de surpression.

L'utilisation de méthodes de calcul avancées telles que la simulation dynamique peut permettre le calcul des scénarios basés sur des considérations techniques et scientifiques solides. Ce type d'approche est utile lors de projets de revamping ou dégoulottage.

2.3. Fourniture de Données

Tout organe d'évacuation conçu pour protéger contre un événement exothermique nécessite certaines données minimales pour permettre d'effectuer un dimensionnement valide. Ces données décrivent la cinétique globale, les caractéristiques de thermochimie et propriétés physiques dans les conditions de la décharge. L'acquisition de ces données est réalisée via de la calorimétrie adiabatique en laboratoire pour simuler la condition du phénomène d'emballage et acquérir les paramètres suivants :

- > Les cinétiques de production de chaleur et de gaz lors de l'emballage obtenues à partir d'essais en cellule fermée
- > Augmentation de la pression par effet de tension de vapeur ou génération d'incondensables
- > Les caractéristiques du moussage et de la viscosité du fluide – obtenues à partir de tests dits de blowdown.
- > La possibilité de comportement hybride et la mesure des proportions vapeur / gaz pendant toute la durée de la décharge.

Tous ces types de tests ne sont pas toujours nécessaires, le choix des données à acquérir étant déterminé par la nature de la chimie, du milieu et des conditions de procédé.

2.4. Conception du Système de Traitement Aval

La caractérisation d'un flux monophasique ou multiphasique ne constitue pas la fin de l'étude de conception. Pour des raisons de sécurité et de protection de l'environnement, la destination de la décharge du fluide doit être étudiée. Le risque d'incident secondaire en aval doit être évalué. Les systèmes de traitement aval peuvent être constitués de séparateurs gaz /liquide, de laveurs, de catch-tanks ou de quenches. La conception de ces équipements de collecte est critique car leur performance conditionne celle de l'ensemble du système de décharge. Très souvent, des calculs de dispersion atmosphérique sont nécessaires pour prouver que, même dans des conditions de dispersion défavorables, les concentrations dangereuses de substances ne seront pas atteintes dans des endroits où du personnel pourrait être présent.

Dans les cas où les organes d'évacuation des surpressions de plusieurs équipements sont collectés dans un même système, il faudra

également prendre en compte cette complication supplémentaire pour s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble dans les conditions des scénarios crédibles.

Les tuyauteries et les équipements doivent être d'une conception mécanique suffisante pour résister aux forces de réaction importantes qui se produiront pendant la décharge. Dans ce cas, il est important de prendre en compte les situations où plusieurs organes pourraient s'ouvrir simultanément. A nouveau, cela nécessite une compréhension approfondie du procédé. L'utilisation d'une approche simplificatrice peut conduire à des systèmes qui sont soit sur-spécifiés et donc inutilement coûteux ou au contraire – et plus inquiétant – sous-dimensionnés.

2.5. Documentation

Etablir un dossier d'organes d'évacuation des surpressions peut ressembler à une tâche purement administrative. Un tel document est pourtant une partie importante de l'information sur la sécurité des procédés de l'usine. Il est nécessaire de garder une trace des hypothèses, de l'identification des scénarios, des données expérimentales, des calculs et des conclusions. Toute modification ultérieure des installations devra se baser sur ces informations pour éviter un nouveau calcul des dispositifs existants, ou la conception de nouveaux équipements avec des critères différents. Dans certains cadres législatifs, c'est même une obligation légale de disposer de ces études. De nos jours, une véritable base de données électronique des organes d'évacuation des surpressions est souvent l'alternative aux dossiers papier historiques.

2.6. Inspection et Maintenance

Les organes d'évacuation des surpressions sont souvent des éléments critiques pour la sécurité. En tant que tels, ils doivent être entretenus et inspectés tout au long de leur cycle de vie. Les fournisseurs d'organes donnent des lignes directrices sur la fréquence d'inspection et de maintenance, mais ils sont peu susceptibles d'être pleinement conscients des exigences spécifiques aux conditions du

procédé. Là encore, ces critères sont parfois insuffisants vis à vis des critères d'acceptabilité des risques de l'entreprise. Ces dernières années, les méthodes risk based maintenance (RBM) et risk based inspection (RBI) permettent de répondre à ces exigences. En termes très simples, les programmes de maintenance et d'inspection des équipements sont en corrélation avec le retour d'expérience de terrain et le risque posé par l'équipement : plus le risque est élevé, plus le programme de maintenance et d'inspection devra être exigeant.

3. Comment DEKRA Process Safety Peut Aider ?

Chez DEKRA Process Safety, nous avons une équipe de spécialistes possédant une grande expertise dans la réalisation d'études de dimensionnement d'organes d'évacuation des surpressions. Nous avons même gagné un prix de l'ICHEME pour un projet compliqué qui incluait un quench tank et des produits pyrophoriques. Nous offrons toute la palette de conseils et d'études sur tous les aspects de la conception des organes d'évacuation des surpressions : de l'identification des scénarios jusqu'à la documentation complète de vos organes, en passant par l'acquisition des données nécessaires au sein de nos **laboratoires spécialisés**.

Nous aidons à utiliser et interpréter les résultats expérimentaux pour le dimensionnement des organes d'évacuation des surpressions. De plus, nous pouvons entreprendre la conception des installations de traitement secondaire ou prendre en charge l'ensemble de l'exercice. Nous pouvons également vous assister pour optimiser vos programmes de maintenance et d'inspection.

Nous dispensons également des formations sur conception des organes d'évacuation des surpressions adaptées à vos besoins spécifiques. **Nos formations** couvrent différents niveaux : de la sensibilisation au véritable développement durable de compétences pour vos équipes d'ingénierie et de maintenance.

En tant qu'organisme indépendant, DEKRA n'est liée à aucun fournisseur. Notre conseil est donc uniquement basé sur les meilleures pratiques disponibles et la réalité de vos risques procédés.

Pour plus d'informations

Contactez-nous !

DEKRA Process Safety

L'étendue de notre expertise en matière de Sécurité des Procédés fait de nous des spécialistes et experts mondialement reconnus dans le domaine. Nous accompagnons les industriels dans leurs démarches d'amélioration en sécurité des procédés. Nos spécialistes et nos laboratoires spécialisés dans l'acquisition des données offrent un panel complet nécessaire à la maîtrise des risques industriels sur vos installations.

Programmes de Management de la Sécurité des Procédés (PSM)

- > Conception et élaboration de programmes PSM adaptés
- > Aide à la mise en place, au suivi et à la continuité des programmes de management de la Sécurité des Procédés (PSM)
- > Audit des programmes PSM existants, comparaison avec les bonnes pratiques à travers le monde
- > Correction et amélioration des programmes présentant des faiblesses

Acquisition de Données des Sécurité

- > Inflammabilité/combustibilité des poussières, gaz, vapeurs, brouillards et atmosphères hybrides
- > Risques de réaction chimique et optimisation des procédés chimiques : calorimétrie adiabatique et réactionnelle (RC1, ARC, VSP, Dewar)
- > Instabilité thermique (DSC, ATD et tests spécifiques pour les poudres)
- > Matières énergétiques, explosifs, combustibles, pyrotechniques selon les protocoles DOT, ONU, etc.
- > Tests réglementaires : REACH, UN, CLP, ADR, OSHA, DOT
- > Tests électrostatiques pour les poudres, liquides, matériel opérationnel, revêtements, chaussures, GRVC

Spécialiste du Conseil (Technique/Ingénierie)

- > Risque d'inflammation spontanée et d'explosion de poussières, de gaz et de vapeurs
- > Risques, problèmes et applications électrostatiques
- > Risques d'instabilité d'une réaction chimique
- > Classification des zones dangereuses
- > Évaluation du risque d'inflammation des équipements mécaniques
- > Transport et classification des marchandises dangereuses

Nous disposons d'un réseau de bureaux en Amérique du Nord, en Europe et en Asie.

Pour plus d'informations, consulter www.dekra-process-safety.fr

Pour nous contacter : process-safety-fr@dekra.com