(ID Modèle = 454913)

Ineris - 212043 - 2776956 - v3.0

07/10/2024

Soupapes de sécurité

Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S)

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION INCENDIE DISPERSION EXPLOSION

Rédaction : RODRIGUES Marta -

Vérification : MASSE FRANCOIS; TARRISSE ALBIN; JOUBERT LAURIS; ADJADJ AHMED

Approbation : Document approuvé le 07/10/2024 par DUPLANTIER STEPHANE

Table des matières

1 Fonction de sécurité assurée 5
2 Objet de la fiche.....6
3 Principales normes, directives et disposions applicables aux soupapes de sécurité.....8
4 Description générale.....9
4.1 Soupape de sûreté à action directe.....10
4.2 Soupapes de sûreté commandée.....12
4.3 Montage des soupapes 12
4.4 Accidentologie et modes de défaillance 13
4.4.1 Rejets atmosphériques.....16
5 Critères d'évaluation des performances 17
5.1 Indépendance.....17
5.2 Efficacité 17
5.3 Temps de réponse.....18
5.4 Niveau de confiance 19
6 Tests et maintenance 20
6.1 Installation et mise en service.....20
6.2 Tests périodiques et maintenance.....20
6.3 Gestion des modifications.....21
7 Liste des sources utilisées.....22

Résumé

La sécurité des installations industrielles repose sur l'utilisation de barrières de sécurité, valorisées comme des mesures de maîtrise des risques dans une Étude de Dangers (EDD). Dans ce contexte, les soupapes de sécurité sont principalement utilisées pour protéger les installations contre les dommages dus à une surpression.

Les soupapes de sécurité sont des dispositifs mécaniques, actionnées uniquement par l'énergie fournie par le fluide sous forme de pression. Elles s'ouvrent à une pression déterminée grâce à un tarage de pression et se referment lorsque les conditions reviennent à la normale pour arrêter l'écoulement du fluide qui peut être un gaz, un liquide ou un fluide diphasique ou supercritique. Il est aussi possible d'entraîner du solide.

Cette fiche présente les principes de fonctionnement des soupapes de sécurité ainsi que les éléments nécessaires pour vérifier le respect des critères de performance définis par la méthode Ω 10 de l'Ineris conformément aux articles 2 et 4 de l'arrêté du 29 septembre 2005 : efficacité, temps de réponse, test / maintenance et niveau de confiance.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Soupapes de sécurité, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 212043 - 2776956 - v3.0.

Mots-clés :

Fiche Barrière, Barrière technique de sécurité, Dispositif actif, MMR, Soupape, Surpression.

1 Fonction de sécurité assurée

La sécurité des installations industrielles repose sur l'utilisation de barrières de sécurité qui sont valorisées en tant que mesures de maîtrise des risques dans une Etude de Dangers (EDD). Dans ce contexte, les soupapes de sécurité sont principalement utilisées pour protéger les installations contre les dommages dus à une surpression qui sont susceptibles de provoquer des conséquences graves, tel que l'éclatement d'une capacité.

Une surpression se produit lorsque la pression dans une enceinte dépasse la pression de service maximale admissible ou la pression pour laquelle le système est conçu. **Les soupapes de sécurité ou soupapes de sûreté évacuent un fluide afin d'éviter de dépasser une pression de sécurité prédéterminée dans l'enceinte à protéger. Elles sont actionnées uniquement par l'énergie fournie par le fluide sous forme de pression**.

Elles s'ouvrent à une pression déterminée grâce à un tarage de pression d'ouverture et se referment lorsque les conditions de pression reviennent à la normale pour arrêter l'écoulement du fluide. Le fluide peut être un gaz, un liquide ou un fluide diphasique ou supercritique. Il est aussi possible d'entraîner du solide.

Les soupapes de sécurité sont des dispositifs mécaniques, qui sont sollicitées en cas de défaillance des autres dispositifs de sécurité (électroniques ou pneumatiques) qui agissent en amont.

Les soupapes doivent être positionnées au plus près du matériel à protéger. Si l'échappement est libre, il faut s'assurer que le fluide rejeté à l'atmosphère ne provoque pas de dommages aux personnes, à l'environnement ou aux équipements. Si non, les décharges doivent être collectés vers un évent déporté ou un réseau type torche.

Il est important de noter qu'une soupape de sûreté doit uniquement être utilisée pour protéger une enceinte contre les effets de surpression lors de conditions de pression accidentelles. Elle ne doit pas être employée en tant que système de régulation exigeant un fonctionnement continu.

2 Objet de la fiche

Cette fiche présente des éléments de synthèse relatifs à l'évaluation des performances des soupapes de sécurité dans le cadre des installation classées.

L'arrêté du 29 septembre 2005 (dit arrêté PCIG) précise qu'il est nécessaire que les études de dangers examinent les performances des mesures de maîtrise des risques et qu'une justification de leur niveau de performance établi soit fournie.

L'article 2 de cet arrêté dispose que *« La méthode d'évaluation de la probabilité peut s'appuyer sur la fréquence des événements initiateurs spécifiques ou génériques et sur les niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques agissant en prévention ou en limitation des effets. »*

L'article 4 de cet arrêté dispose que *« Pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement précité. »*

Dans cette optique, la méthode de définition et d'évaluation des barrières de sécurité (mesures de maîtrise des risques dans le cadre d'une EDD) doit être explicitée en s'appuyant sur les critères définis aux articles 2 et 4 de l'arrêté précité. Pour cela, l'Ineris a développé des méthodes génériques d'évaluation des barrières techniques (Ω 10 [7]) et humaines (Ω 20 [6]) de sécurité.

La typologie des barrières techniques de sécurité présentées dans le rapport Ω 10 est reprise dans la figure ci-dessous :

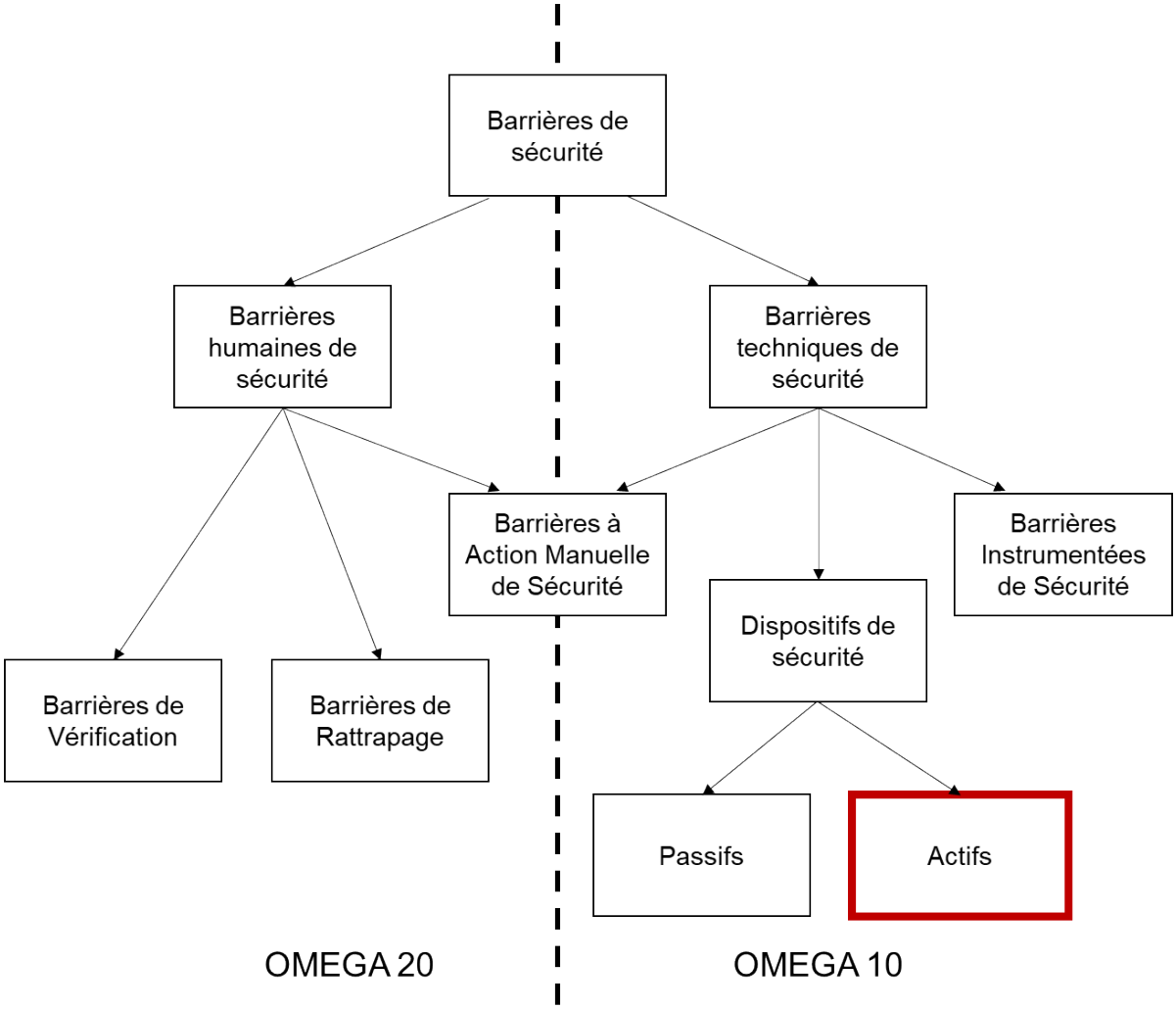


Figure 1 : Typologie des Barrières Techniques de Sécurité, Ω 10 [7]

Dans l'approche de l'Ω 10, on définit les barrières de sécurité comme l'ensemble des éléments techniques et humains nécessaires à la réalisation d'une fonction de sécurité. Dans la catégorie des barrières techniques de sécurité, il peut s'agir de dispositifs de sécurité ou de barrières instrumentées de sécurité (BIS).

Un dispositif de sécurité est un élément unitaire, autonome, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité, dans sa globalité. Les dispositifs de sécurité peuvent être passifs (qui ne mettent en jeu aucun système mécanique ni action humaine pour remplir leur fonction) ou actifs (qui mettent en jeu des dispositifs mécaniques pour remplir leur fonction).

Les soupapes de sécurité correspondent à des dispositifs de sécurité actifs parce qu'il s'agit d'éléments unitaires dont le fonctionnement s'appuie sur des dispositifs mécaniques déclenchés par une surpression dans le système à protéger.

Les principaux référentiels applicables dans ce contexte sont :

- La méthode Ω 10 [7] qui donne les éléments généraux pour l'évaluation des performances des barrières techniques de sécurité et des éléments qui les composent ;
- La Directive Equipements Sous Pression (2014/68/UE) ;
- La série des normes sur les dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives (NF EN ISO 4126).

Le présent document donne donc les éléments essentiels sur :

- Les principales normes utilisées pour l'installation et sélection de soupapes de sécurité au chapitre 3 ;
- Une description générale du fonctionnement et des technologies des soupapes de sécurité au chapitre 4 ;
- La vérification du respect des critères de performance tels qu'ils sont définis par la méthode Ω 10 en termes d'efficacité, de temps de réponse et de niveau de confiance au chapitre 5 ;
- La maîtrise en exploitation et le maintien dans le temps des performances des soupapes de sécurité au chapitre 6.

3 Principales normes, directives et disposions applicables aux soupapes de sécurité

Dans l'industrie, les dispositifs de protection contre les surpressions répondent généralement à des normes, directives et dispositions applicables, en fonction du contexte, pour leur conception et qualification. Ce chapitre, qui n'a pas vocation à être exhaustif, présente les principaux textes.

La **Directive Equipements Sous Pression (2014/68/UE)** s'applique à la conception, à la fabrication et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression et des ensembles dont la pression maximale admissible est supérieure à 0,5 bar. Dans la définition d'équipements sous pression sont inclus les dispositifs conçus pour les protéger contre le dépassement des limites admissibles, y compris des dispositifs pour la limitation directe de la pression, tels que les soupapes de sûreté.

Les équipements sous pression doivent être soumis à une des procédures d'évaluation de la conformité, au choix du fabricant, prévues pour la catégorie dans laquelle ils sont classés. L'utilisation des normes harmonisées, dont les références sont publiées au Journal Officiel de l'Union Européenne, donne présomption de conformité aux exigences de la Directive. Le marquage CE est obligatoire.

Des arrêtés encadrant l'exploitation des équipements sous pression ont également été publiés, notamment l'arrêté du 20 novembre 2017 relatif au suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simples.

La **Directive ATEX (2014/34/UE)** s'applique pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles. Dans l'industrie, l'utilisation de matériel ATEX est obligatoire dans les atmosphères pouvant devenir explosives suivant des conditions locales et opérationnelles. La Directive définit trois catégories d'appareils selon le niveau de protection et pour chacune de ces catégories impose une procédure d'évaluation de la conformité des produits à la présente directive. Il est de la responsabilité de l'utilisateur d'employer du matériel certifié et adapté à la zone ATEX de destination. Comme pour la DESP, le marquage CE est obligatoire, et les fabricants peuvent employer les normes harmonisées.

La **norme « Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives » (NF EN ISO 4126)** donne les spécifications portant sur les exigences relatives à la conception, les essais d'intégrité et des performances, et le marquage applicables aux dispositifs de sécurité pour la protection contre les pressions excessives, notamment les soupapes de sûreté à action directe (partie 1), les assemblages des disques de rupture et soupapes de sûreté (partie 3) et les soupapes de sûreté pilotées (partie 4).

Finalement, d'autres normes ont été développées pour des secteurs d'activité spécifiques, par exemple :

- Le Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) élaboré par l'American Society of Mechanical Engineers (ASME). Les différentes sections du Code contiennent des informations relatives à la conception, à la fabrication, aux essais, aux matériaux, à l'inspection et à la certification des accessoires, tels que les soupapes de sûreté utilisées dans des nouvelles installations notamment chaudières et réservoirs sous pression ainsi que des centrales nucléaires.
- L'ASME Performance Test Code (PTC 25) décrit les procédures à suivre lors de la réalisation d'essais visant à certifier un dispositif conformément au code ASME (mentionné précédemment), notamment des procédures pour la réalisation des essais permettant d'évaluer la performance des dispositifs de décompression dans des chaudières, des réservoirs sous pression et des équipements associés.
- ISO 23251 - Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel - Systèmes de dépressurisation et de protection contre les surpressions. Ce document donne des lignes directrices pour étudier les principales causes de surpression, déterminer les débits de décharge individuels et sélectionner et concevoir des systèmes d'évacuation. Les informations fournies sont conçues pour faciliter le choix du système le plus approprié, compte tenu des risques et des circonstances associés à diverses installations.
- Les standards API (American Petroleum Institute) couvrant entre autres le dimensionnement, sélection et installation des soupapes (standard 520), la spécification pour les soupapes de sureté en fonction des paramètres de fonctionnement tels que la taille de l'orifice, la capacité d'évacuation, les limites de température et de pression (standard 526) et les méthodes pour déterminer l'étanchéité et les taux de fuite maximaux acceptables (standard 527).

4 Description générale

Un événement de surpression fait référence à toute condition susceptible de provoquer une augmentation de la pression d'un réservoir, d'un système ou d'une tuyauterie au-delà d'une pression de sécurité prédéterminée ou de la pression de service maximale admissible.

Ces événements peuvent provoquer l'éclatement d'une capacité, ayant pour conséquence l'émission d'une onde de pression et la projection des fragments d'enveloppe. L'éclatement peut également générer d'autres phénomènes tels que la formation d'une boule de feu, une explosion secondaire due à l'expulsion d'un mélange inflammable, ou encore la dispersion atmosphérique de substances toxiques contenues dans la capacité.

Les principales causes de surpression d'un réservoir sont :

- Un échauffement de la phase gazeuse de la capacité suite à un incendie externe. Dans ce cas, sous l'effet de l'échauffement dû à l'incendie, deux événements simultanés peuvent se produire : une augmentation de la pression interne et une diminution de la résistance de l'enveloppe.
- Une mise sous pression accidentelle suite à un sur-remplissage, à un dysfonctionnement de la régulation de pression ou de débit ou à une injection accidentelle de produit dans le réservoir.
- Une augmentation rapide de la pression interne du fait d'un emballement de réaction, ou d'un mélange de produits incompatibles.
- L'introduction accidentelle d'un produit trop chaud (« échauffement ») ce qui pourrait provoquer la vaporisation d'une partie du liquide et augmenter brutalement la pression.

Une explosion à l'intérieur du réservoir suite à l'inflammation d'un mélange inflammable pourrait également entraîner une surpression. Cependant, les soupapes de sécurité ne seraient pas adaptées à ce scénario ; il faudrait plutôt utiliser des évents d'explosion (pour plus d'informations consulter la fiche « Events d'explosion » disponible sur le site Ineris[1]).

Une soupape de sécurité est un dispositif conçu pour évacuer les surpressions éventuelles dans un réservoir de stockage ou plus largement sur un équipement sous pression. Le fluide peut être un gaz, un liquide ou un fluide diphasique ou supercritique. Il est aussi possible d'entraîner du solide.

L'ouverture de la soupape n'intervient généralement qu'après l'action d'autres dispositifs de limitation de pression (pressostat de pression haute, détection de niveau dans le cas d'un sur-remplissage…). Ces dispositifs nécessitent une source d'énergie, comme l'électricité ou l'air comprimé, pour fonctionner. Une soupape de sûreté est capable d'évacuer une quantité de fluide, sans autre énergie que celle de la pression du fluide. Elle ne se met en action que si les autres dispositifs destinés à limiter la pression ont failli ou se sont montrés inactifs.

Le choix d'une soupape de sécurité s'effectue en fonction de plusieurs paramètres :

- La pression de début d'ouverture (PDO) à laquelle le clapet de la soupape de sûreté commence à s'ouvrir. Il s'agit de la pression effective mesurée à l'entrée de la soupape pour laquelle les forces tendant à soulever le clapet dans les conditions de service spécifiées sont en équilibre avec les forces qui maintiennent le clapet sur son siège.
- La pression maximale de service du réservoir, susceptible d'être appliquée à la soupape de sécurité dans les conditions normales d'utilisation, c'est-à-dire sans qu'elle ne s'ouvre. C'est la force de rappel du ressort ou le poids du clapet lesté qui doivent contrer cette pression. Ce réglage est nécessaire de façon à éviter les ouvertures intempestives ou les fuites.
- La surpression maximale autorisée, correspondant à l'augmentation de pression par rapport à la pression de début d'ouverture et exprimée généralement en pourcentage.
- Pression de fermeture à laquelle le clapet retombe sur son siège, exprimée également en pourcentage par rapport à la pression de début d'ouverture (chute de pression à la fermeture).

La pression de service de l'équipement à protéger doit rester inférieure à la pression de fermeture de la soupape. La plupart des fabricants et des normes recommandent une différence de 3 à 5% entre la pression de fermeture et la pression de service pour garantir la fermeture sûre après le déclenchement et éviter un écoulement ultérieur lorsque la pression revient aux conditions normales de service.

[1] https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/207093_Fiche%20%C3%A9vents%20d%27explosion.pdf

Les conditions de service des soupapes sont affectées par les variations de contre-pression. La contre-pression est la pression du côté de la sortie de la soupape, résultant de la somme des contre-pressions initiale et engendrée.

- Contre-pression initiale : pression existant à l'aval de la soupape de sûreté au moment où celle-ci va entrer en fonctionnement. C'est la résultante des pressions provenant d'autres sources dans le système d'échappement.
- Contre-pression engendrée : pression existant à l'aval de la soupape de sûreté, provoquée par l'écoulement du fluide dans celle-ci et le système d'échappement.

Dans le cadre d'une EDD, la soupape de sûreté doit être dimensionnée pour tous les événements initiateurs susceptibles de mener à la montée en pression et à la rupture du réservoir : incendie, emballement de réaction, défaut de régulation, etc.

Il existe deux principaux types de construction de soupapes de sûreté : à action directe et commandée (pilotée).

4.1 Soupape de sûreté à action directe

Les soupapes de sûreté à action directe sont les plus anciennes et les plus couramment utilisées. Il s'agit des soupapes dans lesquelles le dispositif mécanique qui maintient la soupape fermée (contrepoids, levier avec contrepoids ou ressort) s'oppose seul à la force exercée sous le clapet par la pression du fluide.

Dans la plupart des cas, un ressort de compression est utilisé pour maintenir le clapet dans une position fermée (Figure 2). Plus occasionnellement, c'est le poids du clapet ou un système de contrepoids qui maintiennent la position fermée (Figure 3).

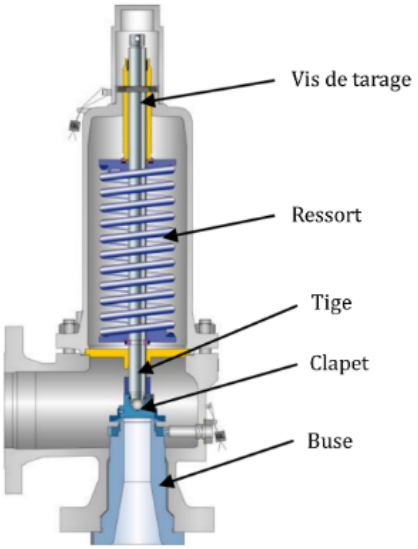


Figure 2 : Soupape de sûreté à ressort [8]

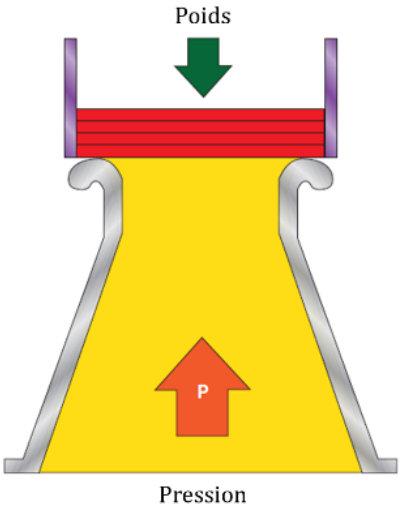


Figure 3 : Soupape de sûreté à contrepoids [4]

Dans le cas des soupapes à action directe conventionnelles, la contre-pression s'ajoute à la pression du ressort pour fermer la soupape. Les soupapes de sûreté à soufflet équilibré (Figure 4) minimisent l'effet de la contre-pression sur la pression de début d'ouverture et sur le fonctionnement de la soupape de sûreté.

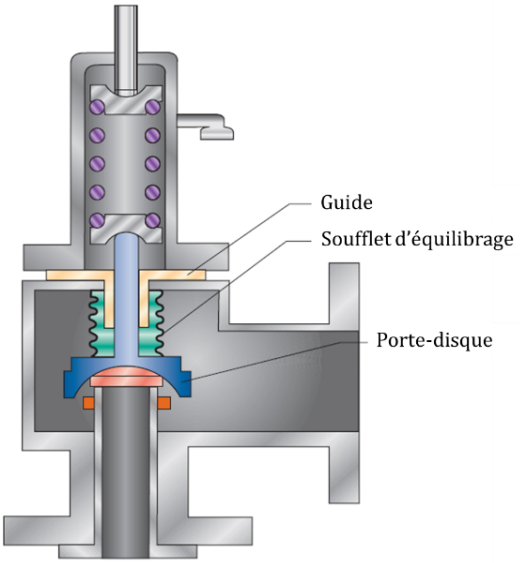
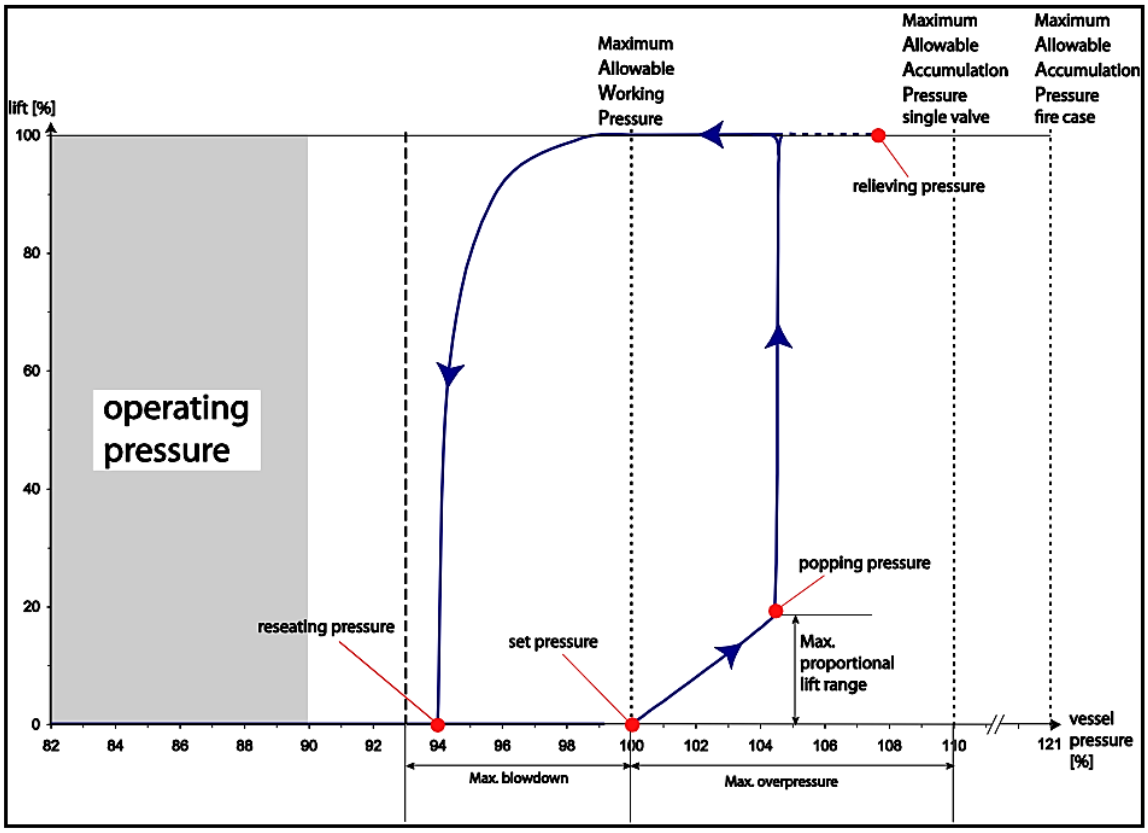


Figure 4 : Soupape à soufflet équilibré [4]

Dans une soupape de sûreté à ressort, la quantité de compression du ressort hélicoïdal peut être ajustée grâce aux vis de tarage. Lorsque le clapet commence à se soulever, le fluide pénètre dans la chambre de compression, exposant une plus grande surface à la pression du fluide. Cela provoque un changement soudain de la force, qui compense la force du ressort vers le bas et permet à la soupape de s'ouvrir. Le diagramme suivant montre une courbe fonctionnelle typique d'une soupape de sécurité à ressort.



3

Figure 5 : Courbe typique d'une soupape de sécurité à ressort (API Série 526) [8]

4.2 Soupapes de sûreté commandée

Une soupape commandée (ou pilotée) est constituée de deux éléments :

1. la soupape principale, qui doit assurer la décharge de la surpression,
2. le pilote, qui est une soupape à ressort, commandant l'ouverture de la soupape principale sans aucune autre énergie que celle du fluide lui-même.

Pendant le fonctionnement normal, le fluide est prélevé à l'entrée de la soupape principale et est conduit via le pilote, vers le dôme au-dessus du piston de la soupape principale. La surface du dôme étant supérieure à celle du siège de la soupape principale, la force de fermeture est supérieure à la force d'ouverture. Cela permet de maintenir la soupape principale hermétiquement fermée (Figure 6).

A l'approche de la pression de réglage (pression de début d'ouverture), le pilote est actionné donc le dôme est purgé. Comme la force assurant la fermeture du clapet de la soupape principale disparaît, elle peut s'ouvrir. Si la pression du système descend, le pilote se ferme et achemine à nouveau le fluide vers le dôme et la soupape principale se referme.

La soupape principale est fixée à la cuve ou à l'enceinte à protéger et détermine la capacité de décharge disponible. Le ressort de la soupape pilote détermine la pression de début d'ouverture de l'ensemble de la soupape de sûreté commandée.

Ce type de soupapes de sûreté permet une pression d'exploitation du procédé plus proche de la pression de début d'ouverture sans fuite ni cycles d'ouverture indésirables. La plupart des modèles permettront une pression de service égale à 95 % ou même 98% de la pression de début d'ouverture. Ce type de soupape permet également d'avoir des surfaces de clapet plus importantes, la soupape pilote étant une soupape à action directe de petite dimension qui débloque le clapet principal de grande dimension en s'ouvrant.

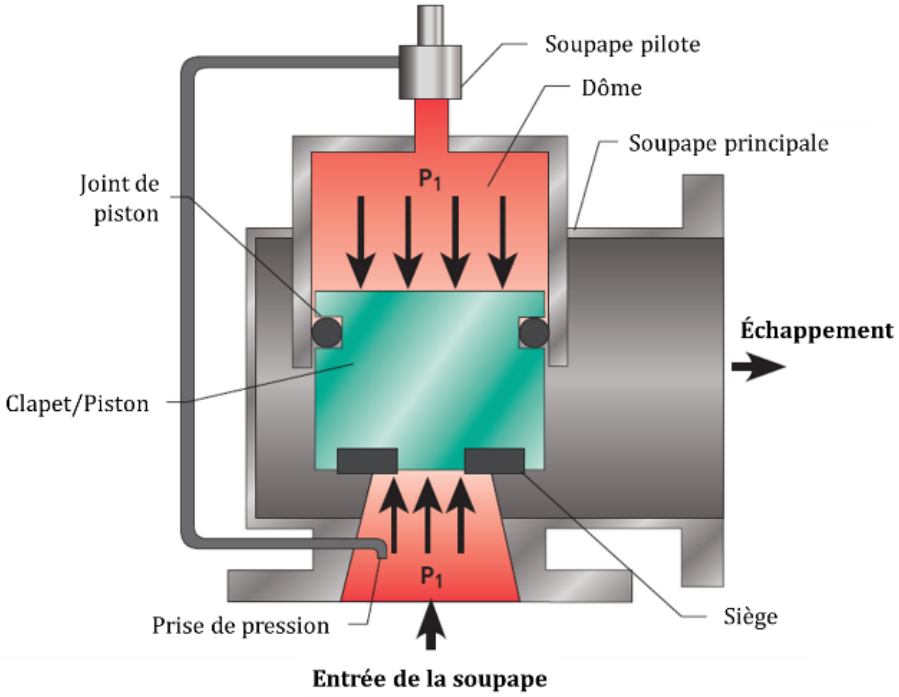


Figure 6 : Soupape de sûreté commandée [4]

4.3 Montage des soupapes

Lorsque la soupape risque d'être soumise à des conditions environnementales défavorables, des mesures appropriées doivent être prévues, en tenant compte de l'utilisation envisagée et raisonnablement prévisible. Par exemple, la contre-pression peut être compensée par un soufflet en acier inoxydable, prévu à cet effet.

Un disque de rupture peut être placé en amont de la soupape afin de la protéger de la corrosion et l'accumulation de produits indésirables pouvant gêner son ouverture ou pour éviter le rejet de substances toxiques à l'atmosphère en cas de dysfonctionnement de la soupape.

Le disque de rupture, installé en amont de la soupape, agit comme une barrière solide entre le process et la soupape. Dans ce cas, la limite maximale de la pression de rupture du disque est identique à la pression de début d'ouverture de la soupape de sécurité. Ce type de montage présente un intérêt, par exemple, si l'agent chimique est agressif ou corrosif ; s'il cristallise ou polymérise ; s'il a une viscosité élevée ou si son adhérence aux pièces mécaniques de la soupape devait affecter le fonctionnement de celle-ci.

La norme NF EN ISO 4126-3 traite des assemblages de dispositifs de sûreté à disque de rupture installés en amont de la soupape de sûreté. Elle spécifie les exigences de conception, d'installation, de performance et de marquage de ces combinaisons et présente la méthode permettant de déterminer le coefficient de débit utilisé pour leur dimensionnement. Il faut s'assurer que le fonctionnement des soupapes de sûreté n'est pas empêché par le placement en amont du disque de rupture et que le disque de rupture s'ouvre sans fragmentation.

Souvent, les soupapes sont montées directement sur un piquage simple, mais lorsqu'un réservoir est protégé par plusieurs soupapes de sécurité, celles-ci sont généralement montées sur un robinet de jumelage. Un robinet de jumelage permet la mise en service d'une seule soupape, l'autre étant isolée. Le principe de fonctionnement du robinet de jumelage interdit l'isolement de deux soupapes en même temps.

Il existe également de systèmes d'interverrouillage pour les soupapes. Cette disposition permet, en cas de besoin, le démontage d'une soupape pour vérification, contrôle ou remplacement sans pour autant vider et dégazer le réservoir.

Ces dispositifs sont utilisés dans des processus où un arrêt de l'installation n'est pas possible ou n'est pas souhaité en raison des importantes conséquences techniques (l'arrêt peut entraîner par exemple un durcissement ou une solidification des fluides). Il est nécessaire que la position de la soupape isolée soit clairement indiquée.

Ils peuvent également être utilisés lorsque les deux soupapes sont exploitées simultanément (cas ou chaque soupape n'assure pas 100 % du débit requis). Dans ce cas, la position du robinet (interlock ou jumelage dual) devra être garantie.

4.4 Accidentologie et modes de défaillance

La figure 7 présente une liste d'incidents de fonctionnement de soupapes de sécurité enregistrés par un fabriquant.

Tableau 2: Incidents de fonctionnement

Problème	Cause	Solution
Fuite	Corps étranger sur les portées Sièges endommagés	Actionner le levier Réparer la soupape
Battements	Débit insuffisant Contre pression excessive	Vérifier perte de charge à l'entrée Vérifier perte de charge à la sortie
La soupape ne s'ouvre pas	Le verrou est resté en place	Retirer le verrou
La soupape s'ouvre trop souvent	La pression de service est trop proche de la PDO	Augmenter la PDO
La soupape s'ouvre trop souvent	La température est plus élevée que prévu	Augmenter la PDO ou changer de matière de ressort

Note : Pression de Début d'Ouverture de la soupape (PDO)

Figure 7 : Incidents de fonctionnement identifiés par le fabricant EMERSON (manuel soupape de sûreté, type 5700).

La base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) répertorie les incidents, accidents ou presque accidents qui ont porté, ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement.

Au 10 juillet 2013, 333 événements impliquant des soupapes étaient recensés, tel qu'indiqué dans le FLASH publié en 2016 [1]. En regardant les principales causes de ces événements et d'autres événements survenus depuis (notamment N°53872 et N°55306 en 2019 ; N°57889 en 2020 ; N°56934, N°57543 et N°58325 en 2021 ; N°60868 en 2023), on retrouve :

- Non-conformité de l'accessoire, par exemple soupape prévue pour évacuer des fluides gazeux et non liquides.
- Problèmes de dimensionnement du débit de décharge.
- Mauvais réglage de la pression d'ouverture. D'ailleurs, le mauvais tarage peut induire des phénomènes de « battements » de soupapes entraînant des vibrations à l'origine de leur desserrage au niveau des écrous de bride.
- Incompatibilité avec la pression des disques de rupture se trouvant en amont.
- Problème de tenue aux surpressions répétées, aux coups de bélier, aux conditions climatiques ou aux phénomènes liés au process (par exemple, surproduction de mousse).
- Fuite au niveau des joints, défaillance du ressort ou mauvais positionnement sur le siège du clapet.
- Mauvais entretien, absence de contrôle en exploitation ou erreur lors du remontage des soupapes : soupapes fuyardes, défauts d'étanchéité, blocage par le gel, blocage par des dépôts des corps étrangers.
- Maintenance insuffisante, périodicité de contrôle trop faible.
- Insuffisance d'analyse de risques : absence de soupape pour protéger un équipement, non prise en compte du phénomène de rejet.
- Orientation de l'exutoire de la soupape entrainant des émissions vers des zones présentant un risque.

On peut observer que la majorité de défaillances liées aux soupapes sont des défaillances systématiques. Les défaillances systématiques, par opposition aux défaillances aléatoires dues uniquement au matériel, sont des défaillances liées à la conception, à la spécification, au processus de fabrication, aux procédures d'exploitation ou à la documentation.

Plusieurs documents et bases de données présentent des informations sur les probabilités de défaillance des soupapes ou comment les calculer. A titre d'information, l'ICSI mentionne dans ses cahiers [5] (Tableau 1) :

Événement	Valeurs	Observations
Fréquences des événements initiateurs : ouverture inopinée d'une soupape (par exemple suite à la rupture du ressort)	Probabilité d'occurrence : entre 10^{-1} et 10^{-3} par an et par soupape	Une soupape est soumise à différents types de défaillance ; une défaillance partielle est relativement fréquente (battements), mais conduit à des conséquences généralement peu graves, donc est peu prise en compte dans les études de dangers. La défaillance par ouverture totale est bien plus rare. Ces chiffres ne concernent pas la probabilité de sollicitation d'urgence de la soupape.
Disponibilité des barrières : non-ouverture sur sollicitation d'une soupape de prévention ou protection surpression / dépression	Probabilité moyenne de défaillance en cas de sollicitation (PFD) de base de 10^{-2}, pouvant varier de 10^{-1} à 10^{-3}	Facteurs de réduction de la probabilité de défaillance : - Procédures d'observation/inspection - Qualité de la procédure de montage - Qualité du produit propre - Association avec un disque de rupture, et contrôle intermédiaire Facteurs d'augmentation de la probabilité de défaillance : - Produit encrassant ou corrosif - Température du produit - Utilisation sur vapeur

Tableau 1 : Taux de défaillance des soupapes de sécurité [5]

La société BakerRisk dans sa présentation « Failure Under Pressure: Proper Use of Pressure Relief Device Failure Rate Data Based on Device Type and Service » [2] regroupe les données provenant des diverses sources concernant le taux de défaillance des soupapes de sécurité.

Les données sur le taux de défaillance retenus sont celles documentées sur une base par unité de temps, soit par an ou par heure, plutôt que par nombre de sollicitations. Cette approche a été adoptée afin de garantir une comparabilité en tenant compte des variations potentielles dans les taux de demande de soupapes de surpression selon l'industrie et le type d'opération. Par ailleurs, les mécanismes de défaillance des soupapes de sécurité sont plus susceptibles d'être liés au temps qu'au nombre de sollicitations.

Quatre types de défaillances mécaniques principaux sont considérés : non-ouverture sur sollicitation, fonctionnement retardée, ouverture inopinée et fuite. Seuls les deux premiers sont considérés comme des défaillances dangereuses, c'est-à-dire, des défaillances qui neutralisent ou désactivent l'action de sécurité.

Source	Taux de défaillance (par an)	PFD	Fréquence de test/inspection
Exida Minimum Rate - Failure to Open	8,76E-05	1,75E-04	4 ans
Exida Maximum Rate - Failure to Open	8,76E-04	2,19E-03	5 ans
Lees - Minimum probability of dangerous failure	8,00E-03	4,00E-03	1 an
Lees - Maximum probability of dangerous failure	2,00E-02	1,00E-02	1 an
OREDA 2002 - Aggregate Lower Failure Rate	2,67E-03	1,34E-03	1 an
OREDA 2002 - Aggregate Mean Failure Rate	3,12E-02	1,56E-02	1 an
OREDA 2002 - Aggregate Upper Failure Rate	9,28E-02	4,64E-02	1 an
OREDA 2009 - Aggregate Lower Failure Rate	3,81E-04	1,91E-04	1 an
OREDA 2009 - Aggregate Mean Failure Rate	3,33E-02	1,67E-02	1 an
OREDA 2009 - Aggregate Upper Failure Rate	1,00E-01	5,00E-02	1 an
OREDA 2015 - Aggregate Lower Failure Rate	1,22E-04	6,10E-05	1 an
OREDA 2015 - Aggregate Mean Failure Rate	2,97E-02	1,49E-02	1 an
OREDA 2015 - Aggregate Upper Failure Rate	1,29E-01	6,45E-02	1 an
Parry - Aggregate Dangerous Failure Rates (All Devices)	8,54E-02	1,28E-01	3 ans
SINTEF - "Failure to Open" Rate	8,76E-03	1,75E-02	4 ans
UKAEA - Failure Rate Data By Valve Type (Conventional)	3,72E-02	3,16E-02	1,70 ans (calcul basé sur le REX)
UKAEA - Failure Rate Data By Valve Type (Bellows)	1,43E-02	1,20E-02	1,68 ans (calcul basé sur le REX)
UKAEA - Failure Rate Data By Valve Type (Pilot)	1,07E-02	7,44E-03	1,39 ans (calcul basé sur le REX)
Moyenne géométrique	**9,24E-03**	**6,76E-03**	

Tableau 2 : Synthèse des données de fiabilité des soupapes de sécurité [2]

4.4.1 Rejets atmosphériques

En ce qui concerne le phénomène dangereux de rejet lors du fonctionnement d'une soupape de sécurité, le Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB) des États-Unis a publié une alerte de sécurité le 6 mars 2023 à ce sujet [3].

Une soupape de sûreté est normalement fermée et n'est amenée à s'ouvrir que pour faire face à des situations à caractère exceptionnel. Toutefois l'ouverture inopinée, totale ou partielle, d'une soupape est un événement à prendre en compte ; il appartient à l'installateur de prévoir le raccordement de la conduite de sortie de la soupape à un réseau ou une canalisation permettant d'évacuer le fluide s'échappant de la soupape vers un lieu approprié.

Le CSB souligne que des événements liés à la libération de substances toxiques ou inflammables depuis des systèmes de protection contre les risques de surpression vers des zones présentant un risque pour les travailleurs et le public sont encore fréquents.

Le CSB a identifié des problèmes récurrents liés à l'évaluation des scénarios de décharge des soupapes et la sécurité des emplacements de décharge pour garantir la protection de la communauté, des travailleurs et de l'environnement. Certains de ces risques potentiels existaient depuis des années et pourtant n'ont jamais été identifiés ou corrigés. Cela suggère que les risques de décharge du système de décompression ne sont peut-être pas évidents pour de nombreux travailleurs, ingénieurs et gestionnaires.

Des enquêtes réalisées sur quatre incidents (survenus entre 2005 et 2018), qui ont fait 19 morts et 207 blessés, soulignent l'importance d'évaluer minutieusement ces systèmes pour éviter les incidents à partir des rejets de produits chimiques inflammables et toxiques et envisager de diriger ces matières vers un système d'élimination plus sûr, tel qu'une torche ou un épurateur.

Les recommandations clés tirées de ces incidents sont :

- Suivre les bonnes pratiques existantes : l'API 521 aborde les sujets concernant la libération de vapeurs inflammables directement dans l'atmosphère et demande généralement l'utilisation d'alternatives intrinsèquement plus sûres pour les scénarios de libération toxique ou lorsque le potentiel existe pour une explosion de nuage de vapeur inflammable.
- Évaluer si l'atmosphère est l'emplacement approprié de décharge ou s'il existe des alternatives plus sûres : un système de torchère peut constituer une conception intrinsèquement plus sûre qu'une cheminée d'évent atmosphérique car elle brûle de manière sécurisée les gaz excédentaires avant qu'ils ne soient évacués dans l'atmosphère.
- S'assurer que les produits chimiques dangereux rejetés dans l'atmosphère sont déchargés vers un endroit sûr. Les entreprises devraient évaluer les points de décharge de leurs systèmes afin de ne pas créer un danger pour les opérateurs et l'environnement. L'emplacement de ces points de décharge devrait également être à une distance sécuritaire des prises d'air des bâtiments. Les analyses de risques offrent une opportunité périodique de revoir et d'évaluer ces systèmes.

En plus du danger pour les opérateurs, les points de décharge peuvent également être à l'origine de la formation d'un nuage inflammable explosible ou toxique (cas de l'évacuation de gaz) ou d'une nappe de liquide inflammable susceptibles de générer un accident majeur. Ces scénarios résiduels en cas d'ouverture de la soupape doivent être évalués.

5 Critères d'évaluation des performances

En règle générale, le bon fonctionnement d'une soupape de sécurité dépend :

- de la bonne sélection en fonction de l'application (choix technologique, matériaux et dimensionnement) ;
- d'une installation adaptée qui respecte des règles et techniques applicables ;
- d'un programme de maintenance adapté.

Selon la Directive Equipements Sous Pression (DESP) les accessoires de sécurité doivent être conçus et construits de façon à être fiables et adaptés aux conditions de service prévues. Ces accessoires, dont les soupapes de sécurité, doivent suivre les principes de conception appropriés pour obtenir une protection adaptée et fiable.

Il est essentiel de noter la différence entre une soupape de sécurité et une soupape de régulation de pression. Une soupape de sécurité n'intervient qu'en cas d'urgence ou condition anormale. Elle ne vise pas à compenser une surpression récurrente. Suite à son ouverture, un contrôle de l'installation est fortement recommandé pour identifier les causes de son activation.

En revanche, une soupape de régulation de pression agit en tant qu'organe de régulation, lorsque la pression amont est supérieure à la pression désirée ou lorsqu'elle est susceptible de l'être de manière ponctuelle ou récurrente pendant le fonctionnement normal de l'installation. Elle est ainsi dimensionnée pour tenir la fatigue et optimiser la durée de vie des pièces d'usures mais elle n'est pas dimensionnée pour remplir une fonction de sécurité. En plus, elle est soumise à une réglementation distincte de celle des soupapes de sécurité.

5.1 Indépendance

Une barrière de sécurité doit être indépendante du scénario d'accident. Pour cela, il faut s'assurer :

- Que la soupape de sécurité est indépendante des événements initiateurs pouvant conduire à sa sollicitation. Une défaillance de la soupape ne peut pas être la cause du scénario « surpression » :
    - En cas de non-ouverture sur sollicitation, le scénario de surpression n'est pas déclenché par la soupape.
    - Lors d'une ouverture inopinée, le scénario accidentel n'est pas une surpression mais le rejet des produits inflammables ou toxiques.

- La performance de la soupape ne doit pas être dégradée par l'occurrence des événements initiateurs. La soupape de sûreté est normalement fermée et n'est amenée à s'ouvrir que pour faire face à des situations à caractère exceptionnel.
    - Si la soupape est correctement dimensionnée, les facteurs susceptibles de provoquer une surpression ne devraient pas dégrader son fonctionnement.
    - En cas de surpression occasionnée par un incendie, il faudra être attentif quant au risque d'endommagement de la soupape ou d'inflammation du rejet en fonction du positionnement. Et même si la soupape peut limiter la surpression, elle ne pourra pas empêcher l'éclatement du réservoir du fait de la diminution de sa résistance mécanique.

5.2 Efficacité

L'évaluation de l'efficacité d'une soupape de sécurité repose sur les principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques pendant une durée de fonctionnement.

Le dimensionnement et la mise en œuvre des soupapes sont soumis à de nombreux standards et normes (réglementation des appareils sous pressions, réglementation ATEX, API, ASME …). Il en va de la responsabilité du fabricant d'assurer la conformité aux caractéristiques affichées des produits commercialisés et de proposer une solution adaptée aux conditions de fonctionnement communiquées par l'exploitant.

Les critères à prendre en compte lors du dimensionnement et de la sélection des soupapes de sûreté sont :

- Caractéristiques du fluide et du process :
    - Conditions de service : température, pression de service, pression maximale (% de surpression admissible), débit.
    - Pression de début d'ouverture de la soupape : pression prédéterminée afin de protéger le système contre les surpressions. Elle ne peut excéder la pression de calcul du réservoir sur lequel elle est installée et doit être compatible avec la pression de service et la pression maximale de calcul de l'enceinte protégée.
    - Capacité de décharge requise : capacité de gérer le débit maximal prévu dans le système en cas de surpression, en fonction de l'événement initiateur envisagé (soupapes dimensionnées pour un feu externe, soupapes pour évacuer du liquide en cas de sur-remplissage…).
    - Contre-pression (constante ou variable) : la contre-pression est la pression du côté de la sortie de la soupape. La pression du système peut être influencée par la présence d'autres dispositifs ou éléments pouvant perturber l'ouverture de la soupape, notamment en cas de dispositif de décharge commun à plusieurs soupapes ou lorsque le circuit aval est susceptible d'engendrer une perte de charge importante (système de traitement, longueur de canalisation aval importante…).
    - Conditions environnementales : présence de substances corrosives, atmosphère explosive, vibrations.
    - Type de fluide : liquide et/ou gaz, présence de particules solides, corrosif, inflammable, dangereux, toxique, visqueux, nécessitant des matériaux de construction spécifiques pour la soupape de sécurité.

- Caractéristiques de la soupape :
    - Mécanisme de fonctionnement : sélection du type de soupape adapté aux besoins spécifiques du système.
    - Norme de construction.
    - Matériaux de construction : définie suivant la compatibilité des matériaux avec le fluide. Les matériaux doivent être choisis avec une résistance suffisante à la pression et à la température du fluide du système.
    - Sélection des ressorts : le choix des ressorts doit toujours être effectué en fonction de la pression de réglage.
    - Dimensions des connexions : les joints d'étanchéité employés doivent être correctement dimensionnés par rapport aux brides correspondantes. Leurs diamètres intérieurs doivent laisser entièrement libres les orifices d'entrée et de sortie de la soupape. Les conduites vers les soupapes de sûreté doivent être posées de manière à favoriser l'écoulement.
    - Dimensionnement des assemblages de dispositifs de sûreté à disque de rupture installés en amont de la soupape de sûreté.

Le dimensionnement de la soupape doit également prendre en compte les exigences d'étanchéité, ainsi que les phénomènes de cavitation, de vaporisation et de coup de bélier potentiels en fonction des caractéristiques du procédé et de la soupape.

Une soupape de sécurité correctement dimensionnée permettra de prévenir l'éclatement du réservoir qu'elle protège. Néanmoins, des scenarios résiduels peuvent résulter du bon fonctionnement de la soupape de sécurité notamment le phénomène dangereux de rejet par la soupape (rejet de produit toxique, jet enflammé, formation de nuage inflammable…).

5.3 Temps de réponse

La caractéristique la plus importante des soupapes de sécurité est qu'elles s'ouvrent complètement en peu de temps pour atteindre la capacité de purge maximale en un minimum de temps.

Le temps de réponse est quasiment instantané dès lors que la pression de l'enceinte protégée dépasse la pression d'ouverture de la soupape.

5.4 Niveau de confiance

Les différentes données de probabilité de défaillance présentées au §4.4 correspondent à des niveaux de confiance NC1 ou NC2.

En l'absence d'analyse spécifique, un NC = 1 devra être affecté à la fonction de sécurité réalisée par la soupape, si les exigences d'efficacité et temps de réponse sont remplies pour l'ensemble des scénarios possibles et si une politique de tests et de maintenance adaptée est mise en place.

Un NC = 2 peut être valorisé si, en plus de la justification du dimensionnement adapté, une étude est réalisée portant notamment sur une identification exhaustive des possibles causes et modes de défaillance de la soupape dans l'installation concernée et la mise en œuvre des mesures de contrôle et procédures d'exploitation adaptés pour maîtriser ces modes de défaillance.

Cette étude pourrait être basée, par exemple, sur les défaillances identifiées à partir des évènements listés dans la base de données ARIA (voir §4.4) ou le traitement et exploitation qualitative du retour d'expérience du site (modes de défaillance constatés, tests de maintenance, …). Elle doit prendre en compte les conditions liées à des fluides particuliers (fluide corrosif, visqueux, polymérisable…).

Il est également possible de justifier un NC = 2 à partir d'une évaluation basée sur un retour d'expérience quantifié (notion de « validé par l'usage » définie dans le référentiel Ω 10) pour des soupapes similaires et dans des conditions d'utilisation équivalentes à ceux du site où le dispositif est mis en œuvre.

Pour deux soupapes de sécurité en redondance, chacune dimensionnée pour assurer à 100% la fonction de sécurité, un NC = 2 sera retenu par défaut. Un NC = 3 pourra être valorisé sur la base d'une étude (comme mentionné précédemment) ou d'un retour d'expérience quantifié (notion de « validé par l'usage » définie dans le référentiel Ω 10).

La démonstration de la performance à partir du retour d'expérience repose sur une utilisation dans des conditions similaires (contexte et historique d'utilisation, maintenance, organisation, etc.) et sur l'exploitation quantitative des données : nombre de dispositifs observés, durée de fonctionnement cumulée, événements constatés (sollicitations, déclenchements intempestifs, défaillances...).

6 Tests et maintenance

En tant qu'accessoires de sécurité, les soupapes de sécurité doivent faire l'objet d'un suivi rigoureux et documenté. Le maintien des performances doit être assuré par la mise en œuvre de tests périodiques selon les consignes applicables et procédures permettant de suivre et de valider les évolutions. Toute installation, entretien, réglage, réparation ou essai effectué sur la soupape de sûreté doit être réalisé conformément aux exigences de toutes les normes et procédures.

6.1 Installation et mise en service

L'installation des soupapes est une phase critique de leur cycle de vie et doit faire l'objet d'une procédure adaptée respectant les bonnes pratiques de montage et de vérification du bon fonctionnement.

Chaque soupape est destinée à une application particulière correspondant aux indications portées sur sa plaque signalétique et sur le certificat fourni avec l'appareil. L'installateur de la soupape doit obligatoirement s'assurer que la soupape qu'il installe est bien celle qui est destinée à l'application et la localisation concernée.

De nombreuses soupapes sont endommagées lors de leur première mise en service du fait que les raccordements n'ont pas été correctement nettoyés lors de l'installation. Avant l'installation, l'entrée de la soupape et la connexion au réservoir et/ou à la ligne doivent être complètement dépoussiérées et débarrassées de toute matière étrangère.

Lors de l'installation, les dimensions d'orifice de la soupape par rapport aux connexions prévues doivent être vérifiées. Le diamètre de la ligne d'admission doit être au moins égal à celui de la bride d'entrée de la soupape, idem pour la ligne d'échappement par rapport à la bride de sortie de la soupape. Dans le cas de plusieurs soupapes en service en même temps, le piquage de l'équipement doit avoir une surface minimale égale à la somme des sections d'admission des soupapes.

Les soupapes sont livrées réglées et verrouillées. Il est impératif de retirer le verrou (et le bouchon du chapeau sur les soupapes à soufflet) après installation et avant mise en service.

Une soupape de sûreté est normalement fermée et n'est amenée à s'ouvrir que pour faire face à des situations à caractère exceptionnel. Toutefois l'ouverture inopinée, totale ou partielle, d'une soupape est un événement à prendre en compte. Il appartient à l'installateur de prévoir le raccordement de la conduite de sortie de la soupape à un réseau ou une canalisation permettant d'évacuer le fluide s'échappant de la soupape vers un lieu approprié.

L'installateur devra prendre en compte les dangers liés :

- Au souffle (force de poussée) engendré par la décharge de la soupape ;
- Au risque présenté par la fuite ou la décharge par la soupape, de produits nocifs, polluants ou toxiques ;
- A la température (haute ou cryogénique) du fluide déchargé par la soupape et à l'élévation ou l'abaissement subséquent de la température de la soupape et de la tuyauterie raccordée ;
- Au bruit intense dégagé par la soupape au moment où elle s'ouvre.

6.2 Tests périodiques et maintenance

Les opérations de démontage, de maintenance, de remontage et de réglage ne doivent être entreprises que par des opérateurs formés et compétents disposant de moyens adaptés et équipés d'instruments de mesure adéquats. Les soupapes de sûreté ne peuvent être mises hors fonction que lorsque l'on s'est assuré que l'équipement sous pression est protégé par d'autres dispositifs de sécurité ou est hors service.

Les tests périodiques sur une soupape de sécurité sont essentiels pour assurer son bon fonctionnement et garantir la sécurité des installations industrielles. Toutes les observations et les résultats de mesure doivent être documentés.

Ces tests peuvent comprendre :

- Test de mobilité visant à évaluer la capacité de la soupape à s'ouvrir correctement et librement lorsqu'elle est sollicitée à la pression de fonctionnement. Pendant le test, aucun blocage ni résistance anormale dans le mécanisme de la soupape ne doivent être identifiés.

- Test d'étanchéité à l'aide d'une norme reconnue, telle que l'API 527, pour s'assurer que la soupape ferme hermétiquement après la décharge.
- Test de répétition de la pression d'ouverture.
- Inspection visuelle de la soupape pour détecter tout signe de dommage, de corrosion, de fuite ou d'usure excessive. Vérification de l'état des surfaces de guidage, des ressorts, clapet, joints et autres pièces mobiles.
- Vérification du dispositif de levage, si applicable.
- Etalonnage des instruments de mesure de la pression, si la soupape en est équipée.
- L'examen des disques de rupture et des certificats les accompagnant.

La question de la fréquence des révisions périodiques des soupapes de sécurité doit être examinée pour chaque application individuellement, en raison des conditions de fonctionnement et du process : nature et phase du fluide, environnement, pression de service par rapport à la pression de début d'ouverture, température, nombre de sollicitation des soupapes. Par exemple, les fluides corrosifs, agressifs ou abrasifs entraînent une usure prématurée et donc des intervalles de maintenance réduits. C'est pourquoi les intervalles de maintenance doivent être fixés en accord réciproque par le fabricant, l'exploitant et le responsable de l'installation. En cas de fuite de la soupape de sécurité, l'inspection devra être effectuée immédiatement.

La vérification des soupapes est liée à l'équipement protégé par cet accessoire de sécurité et doit inclure la vérification de la notice d'instructions des équipements, montrant que les accessoires de sécurité présents sont ceux d'origine ou assurent une protection au moins équivalente, et la vérification de la réalisation des contrôles prévus le cas échéant par la notice d'instructions.

Dans le cadre du suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simples (arrêté du 20 novembre 2017), les accessoires de sécurité, tel que les soupapes, doivent être pris en compte dans le plan d'inspection (article 13 point II). Les conditions et dispositions sont détaillés dans ledit arrêté.

6.3 Gestion des modifications

La modification du réglage d'une soupape ne peut être entrepris

- d'une part, que dans le cadre d'un processus de gestion de modification (demande et autorisation) et basé sur une analyse d'impact,
- d'autre part, que par du personnel formé et compétent, à l'aide d'un moyen d'essai approprié équipé d'outils de mesure de la pression précis et correctement étalonnés. Suite à toute modification de réglage d'une soupape, une nouvelle plaque signalétique, montrant la nouvelle valeur du réglage et l'identification de l'autorité ayant réalisé la modification doit être fixée sur la soupape.

D'autres modifications peuvent avoir un impact sur la soupape, telles que la modification de la canalisation de rejet, la modification de l'installation de traitement, la modification du plan de maintenance. Dans ce cas, une analyse spécifique sera nécessaire.

7 Liste des sources utilisées

[1] ARIA - Soupapes. https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/flash/flashs-aria/soupapes/

[2] BakerRisk. « Failure Under Pressure: Proper Use of Pressure Relief Device Failure Rate Data Based on Device Type and Service. » Présenté lors du Mary Kay O'Connor Process Safety Center Texas A&M Engineering Experiment Station 22nd Annual International Symposium (2019).

[3] CSB Safety Alert - Hazards Posed by Discharges from Emergency Pressure-Relief Systems. https://www.csb.gov/assets/1/6/csb_eprs_alert.pdf

[4] EMERSON - Pressure relief valve. Engineering handbook (2012). Disponible sur https://www.emerson.com/documents/automation/pressure-relief-valve-engineering-handbook-en-gb-4244934.pdf

[5] ICSI - Fréquence des évènements initiateurs d'accident (2009). https://www.icsi-eu.org/sites/default/files/2020-09/Icsi_cahier_FR_frequence-evenements_2009.pdf

[6] Ineris. « Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité - OMEGA 20 » (2009). Disponible sur le site https://www.ineris.fr

[7] Ineris. « Evaluation de la performance des barrières techniques de sécurité - OMEGA 10 » (2018). Disponible sur le site https://www.ineris.fr

[8] LESER - Connaissance des soupapes de sécurité. Consulté en septembre 2023. https://www.leser.com/fr-fr/support-et-outils/securite-soupape-tutoriel/

Institut national de l'environnement industriel et des risques
Parc technologique Alata • BP 2 • F-60550 Verneuil-en-Halatte
03 44 55 66 77 • ineris@ineris.fr • www.ineris.fr

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable