



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

**Soupape de sécurité**

Version 2.1 – novembre 2007

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

Types d'installations : G.I.L.

Liquides inflammables

Substances toxiques

Nom du dispositif : Soupape de sécurité

Document élaboré par : l'INERIS

Personnes ayant participé à l'étude : Patricia KUKUCZKA, Nguyen-Thuy LE, Valérie DE DIANOUS, Sébastien BOUCHET, Sylvain CHAUMETTE.

	<b>Rédaction</b>	<b>Relecture</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	P. KUKUCZKA	V. DE DIANOUS	S. CHAUMETTE	Y. MACÉ
<b>Qualité</b>	Ingénieur Unité PRÉvention des Risques Accidentels	Responsable programme Unité PRÉvention des Risques Accidentels	Responsable de l'Unité PRÉvention des Risques Accidentels	Directeur Direction des Risques Accidentels
<b>Date</b>	23/11/07	23/11/07	23/11/07	26/11/07
<b>Visa</b>	Signé	Signé	Signé	Signé

## TABLE DES MATIERES

<b>1. FONCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2. SOUPAPES DE PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Principe de fonctionnement.....	5
2.2 Montage des soupapes (cf. figures 3 et 4).....	7
2.2.1 Robinet de jumelage.....	7
2.2.2 Collecteur .....	8
2.2.3 Piquage simple .....	8
2.2.4 Mise en place de disque de rupture.....	10
<b>3. SOUPAPE D'EXPANSION THERMIQUE .....</b>	<b>10</b>
3.1 Fonction .....	10
3.2 Principe de fonctionnement.....	10
3.3 Principe de montage .....	10
<b>4. CRITÈRES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES .....</b>	<b>12</b>
4.1 Efficacité.....	12
4.2 Temps de réponse .....	13
4.3 Niveau de confiance.....	13
4.4 Maintenabilité et testabilité.....	13
<b>5. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS ET REVENDEURS .....</b>	<b>15</b>
<b>6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>16</b>

## 1. FONCTION

Les soupapes de sécurité ou soupapes de sûreté évacuent l'éventuel surplus d'énergie du système à protéger afin de limiter la pression maximale dans l'appareil qu'elles protègent à une pression admissible par celui-ci.

## 2. SOUPAPES DE PROTECTION DES EQUIPEMENTS

### 2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Une soupape est un organe de sécurité : sa sollicitation doit être exceptionnelle. Sa position normale est la position fermée. Une soupape est conçue pour évacuer un débit gazeux et/ou liquide lorsque la pression du produit est supérieure à la pression de tarage de la soupape (cf. figure 1). La soupape commence à s'ouvrir à la pression de tarage de la soupape. Lorsque la pression interne redescend en dessous d'un seuil de pression inférieur à la pression de tarage<sup>1</sup>, la soupape se referme.

L'ouverture de la soupape n'intervient généralement qu'après l'action d'autres dispositifs de limitation de pression (mise en sécurité par pressostat de pression haute, mise en sécurité par détection de niveau très haut dans le cas d'un surremplissage...).

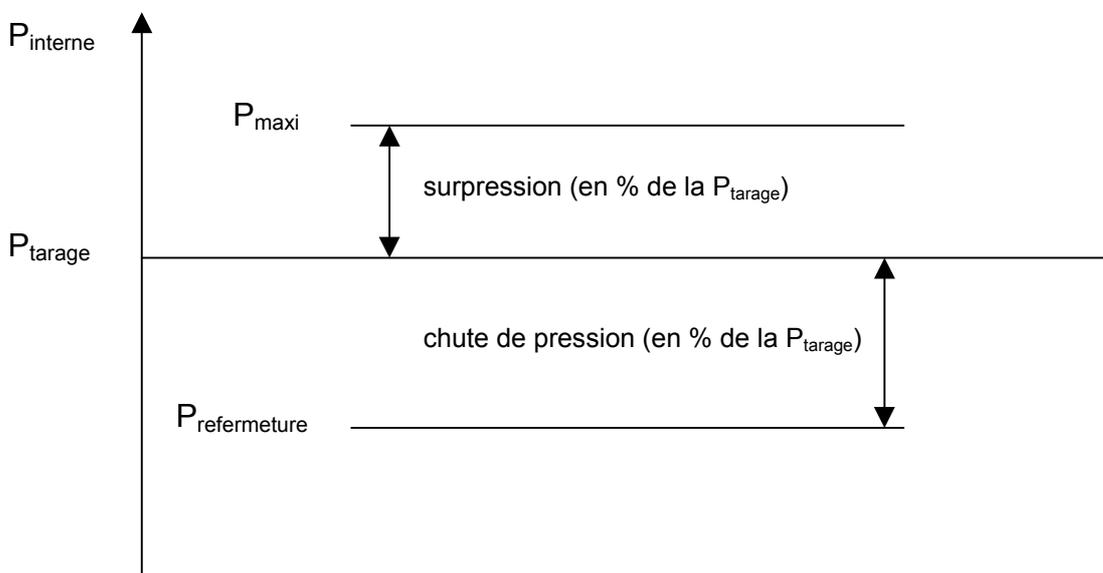


figure 1 : Différents niveaux de pression

<sup>1</sup> Appelée pression de refermeture

Une soupape est constituée d'un dispositif mécanique (levier, ressort...), d'un obturateur (clapet) et d'une buse.

Il existe trois principaux types de construction de soupapes de sécurité :

1. À action directe (cf. figure 2) : L'effort exercé directement par le dispositif mécanique (levier avec contrepoids<sup>2</sup> ou ressort<sup>3</sup>) s'oppose seul à la force exercée sous le clapet par la pression du fluide.
2. À charge additionnelle : Un effort supplémentaire (pneumatique, hydraulique ou magnétique) s'exerce sur le clapet pour accroître l'étanchéité jusqu'au moment où la pression à l'entrée de la soupape atteint la pression de début d'ouverture.
3. Pilotée : Le fonctionnement de la soupape est commandé par le fluide provenant d'un dispositif pilote, qui est lui-même une soupape à action directe.

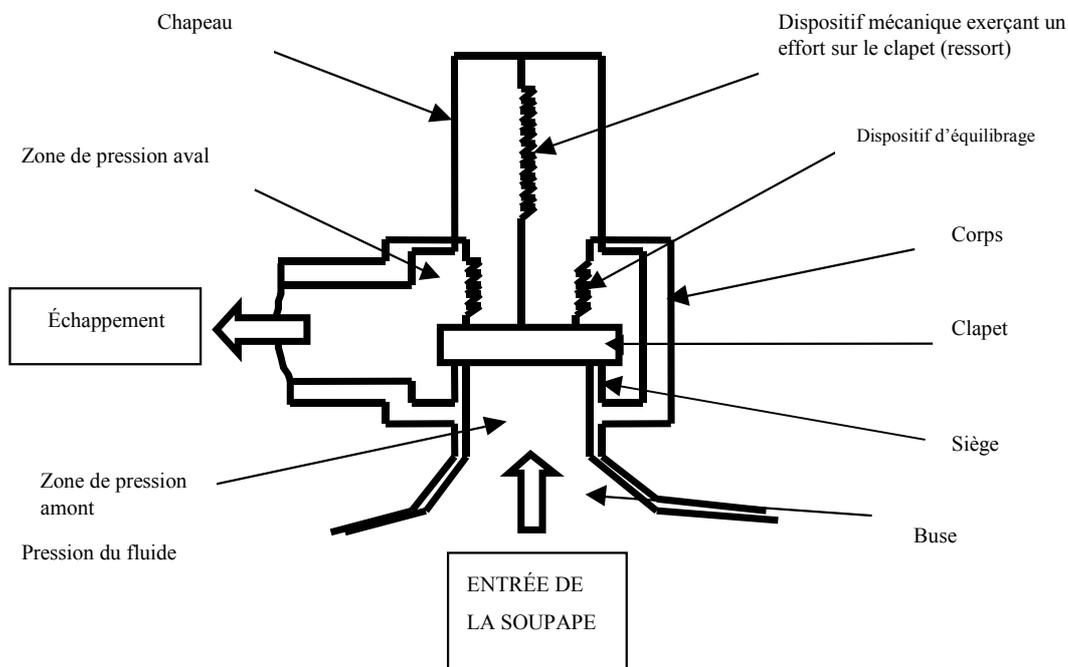


figure 2 : Exemple d'éléments constitutifs d'une soupape de sécurité à action directe

Tant que la pression interne du réservoir reste inférieure à la pression de tarage de la soupape, le ressort plaque le clapet sur son siège.

<sup>2</sup> Permet difficilement une fermeture étanche aux gaz et tend à disparaître car elle n'est pas adaptée aux fortes pressions et aux grandes sections d'écoulement.

<sup>3</sup> Type de construction plus répandu.

Lorsque la pression interne du réservoir dépasse la pression de tarage de la soupape, elle soulève le clapet et permet l'échappement du trop plein d'énergie. Le ressort se comprime et reste comprimé tant que la pression interne du réservoir est supérieure à la pression de refermeture. Dès que la pression devient inférieure à cette pression, le ressort plaque le clapet sur son siège.

L'orifice de sortie peut être prolongé d'un conduit (évent), souvent situé en hauteur, monté à la verticale ou coudé à 45°. Cet évent permet l'échappement du débit en favorisant la dilution du produit dans l'atmosphère, permet de minimiser les effets éventuels sur l'environnement par un rejet dans une zone appropriée et, pour les substances inflammables, permet, en cas d'inflammation, d'éloigner les flammes de la paroi du réservoir que la soupape protège.

Afin de protéger l'évent de la soupape d'un éventuel bouchage ou d'éviter une contre pression (engendrée, par exemple, par une colonne d'eau de pluie qui se serait accumulée dans un évent vertical), l'évent peut être protégé :

- Soit en partie haute, par un obturateur qui évite l'introduction d'eau ou de corps étrangers dans l'ensemble soupape/tube évent. Le poids de ce chapeau est calibré pour se soulever sous la pression.
- Soit en point bas, par un grillage et un piquage.

Dans certains cas, l'échappement des soupapes est collecté et guidé vers des systèmes de traitement tels que des colonnes de neutralisation ou des réseaux torches.

## **2.2 MONTAGE DES SOUPAPES (CF. FIGURES 3 ET 4)**

Lorsqu'un réservoir est protégé par plusieurs soupapes de sécurité, celles-ci sont généralement montées soit sur un robinet de jumelage soit sur un collecteur. Ces dispositifs permettent d'isoler une des soupapes tout en garantissant la mise en service des autres. 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.

Parfois, les soupapes sont montées directement sur un piquage simple.

### **2.2.1 ROBINET DE JUMELAGE**

Un robinet de jumelage peut être utilisé lorsque deux soupapes sont montées sur un réservoir. Celui-ci permet la mise en service soit d'une seule soupape (l'autre étant isolée) ou des deux soupapes simultanément (index de repérage en position intermédiaire).

L'orifice d'entrée du robinet de jumelage est raccordé au réservoir, sur le piquage prévu à cet effet. Les soupapes sont assemblées aux orifices de sortie du robinet de jumelage. Le principe de fonctionnement du robinet de jumelage interdit l'isolement de deux soupapes en même temps.

Il est nécessaire que la position de la soupape isolée soit clairement indiquée.

Lorsque les deux soupapes sont exploitées simultanément (cas où chaque soupape n'assure pas 100 % du débit requis), la position du robinet (intermédiaire) devra être garantie par une chaîne ou un plombage de sécurité.

### **2.2.2 COLLECTEUR**

Ils sont utilisés lorsque le nombre de soupape par réservoir est supérieur ou égal à deux. Il en existe différents modèles. La figure 3 présente un modèle pouvant recevoir quatre soupapes.

### **2.2.3 PIQUAGE SIMPLE**

Ce type de montage n'est pas le plus courant sur les gros réservoirs (plus de 50 m<sup>3</sup>). Les piquages simples peuvent être mis en œuvre directement sur l'enceinte à protéger (avec ou sans disque de rupture) ou par l'intermédiaire d'un robinet monté sur l'enceinte à protéger. Pour un tel montage, il est recommandé d'utiliser exclusivement des robinets à visualisation de position (ouvert/fermé) afin de permettre le contrôle d'état de la soupape (en service ou isolée).

Il est préconisé d'utiliser un cadenas ou une chaîne de sécurité pour garantir le maintien du robinet dans la position ouverte.

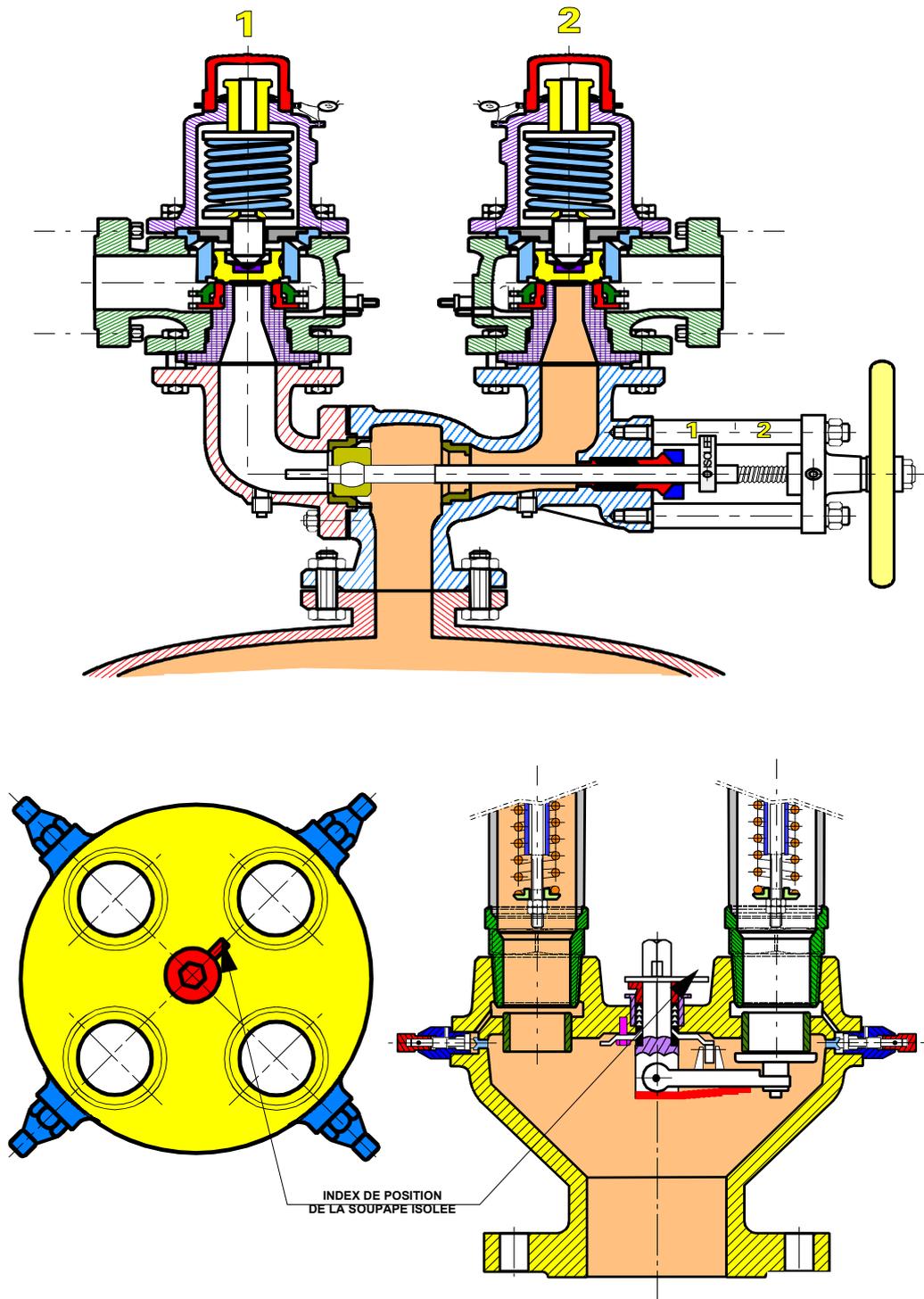


figure 3 (haut): Soupapes montées sur robinet de jumelage

figure 4 (bas): Soupapes de sécurité montées sur collecteur

## **2.2.4 MISE EN PLACE DE DISQUE DE RUPTURE**

Un disque de rupture peut être placé en amont de la soupape afin de protéger cette dernière contre 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 (fuite ou ouverture intempestive).

## **3. SOUPE D'EXPANSION THERMIQUE**

### **3.1 FONCTION**

La soupape d'expansion thermique est utilisée dans les canalisations assurant le flux de liquide. Elle est utilisée pour protéger chaque tronçon isolable de la canalisation contre toute surpression interne qui dépasserait la pression maximale autorisée. Cette surpression peut provenir, par exemple, d'une élévation de la température du produit qui serait engendrée par une température externe élevée.

Par exemple, les canalisations qui véhiculent du G.P.L. sont protégées contre les surpressions par des soupapes d'expansion liquide.

### **3.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

La soupape d'expansion thermique est normalement fermée c'est à dire que le clapet d'étanchéité de la soupape repose sur son siège, plaqué sur son siège par le ressort dont la pression de tarage est au plus égale à la pression de service maximale du tronçon de canalisation qu'elle protège.

Dès que la pression interne dans la canalisation dépasse la pression de tarage du ressort de la soupape, le clapet se soulève libérant un jet de liquide.

Les soupapes d'expansion liquide sont dotées d'un capuchon qui assure deux fonctions :

- éviter l'introduction d'eau ou de tout corps étranger dans le corps de la soupape,
- permettre le repérage facile d'une soupape qui s'est ouverte sous l'effet d'une surpression.

Pour éviter toute perturbation dans la dilution du jet de produit éventuellement rejeté, les soupapes d'expansion thermiques sont implantées de sorte que leur orifice de sortie soit toujours à plus d'un mètre au minimum d'un quelconque obstacle.

### **3.3 PRINCIPE DE MONTAGE**

Chaque soupape d'expansion liquide est, le plus souvent, montée sur un clapet d'isolement de sécurité qui permet le démontage de la soupape alors que la canalisation est en charge sans pour autant qu'il y ait rejet de la substance contenue dans la canalisation à l'atmosphère.

Le clapet d'isolement de la soupape est vissé sur le tronçon de canalisation. Il est composé d'un clapet (doté d'un joint) maintenu plaqué sur son siège par l'action

d'un ressort et de la pression du fluide contenu dans la canalisation (lorsque la soupape n'est pas mise en place sur le clapet). Ce clapet est prolongé d'une tige supportant une coupelle parsemée de trous afin de laisser passer le liquide. Lorsque la soupape est complètement vissée sur son clapet, la queue de la soupape repousse la coupelle ce qui ouvre le clapet. La substance passe par les trous de la coupelle et agit alors directement sur la soupape.

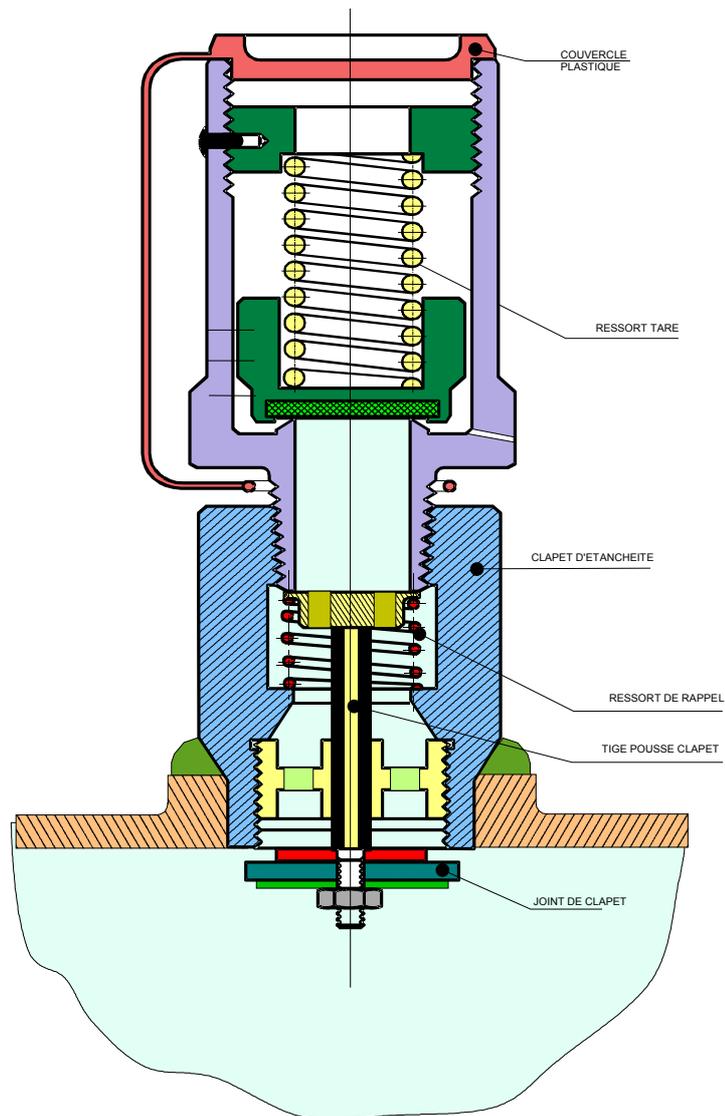


figure 5 : Soupape d'expansion thermique sur clapet

## **4. CRITERES D'EVALUATION DES PERFORMANCES**

### **4.1 EFFICACITE**

Le dimensionnement et la mise en œuvre des soupapes sont soumises à des standards ou normes (réglementation des appareils sous pression, API, NFPA...).

L'efficacité d'une soupape dépend de plusieurs paramètres, parmi lesquels :

- La température opératoire.
- La pression opératoire.
- Les bases de son dimensionnement :
  - La compatibilité par rapport au produit (corrosif, pouvant boucher l'évacuation...) en adaptant la conception (utilisation de soufflet pour protéger les parties mobiles de la soupape, utilisation d'un disque de rupture en amont, choix des matériaux...).
  - La conception : prévue pour évacuer le produit en phase liquide et/ou gazeux (calculs différents).
  - Le débit du produit à évacuer, sous forme gazeuse ou liquide, en fonction de l'événement initiateur envisagé (soupapes dimensionnées pour un feu externe, soupapes pour évacuer du liquide en cas de sur-remplissage...).
  - Le nombre de soupapes nécessaire pour évacuer le débit.
- La pression de tarage compatible avec la pression de service et la pression maximale de calcul de l'enceinte protégée. Lorsque la pression de tarage est proche de la pression de service, l'utilisation d'une soupape pilotée est plus adaptée.
- La valeur de l'augmentation de pression admise lors de l'échappement du gaz. Il faut s'assurer que cette pression est compatible avec la pression admissible de l'équipement à protéger.
- La prise en compte dans son dimensionnement de la contre-pression au moment de la décharge 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...).
- La prise en compte dans son dimensionnement des dispositifs en amont (canalisation, vanne, disque de rupture...) pouvant engendrer une perte de charge ou d'éventuels débris empêchant l'ouverture de la soupape (disque de fragmentation par exemple).

**Note** : Il est à noter que le fonctionnement de la soupape peut engendrer un phénomène dangereux qui doit être étudié en analyse de risques.

## 4.2 TEMPS DE REPONSE

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

## 4.3 NIVEAU DE CONFIANCE

Le niveau de confiance pourra ensuite être évalué en identifiant les causes de mauvais fonctionnement :

- Possibilité et gestion des isolements de soupapes (robinet...).
- Défaillances du disque de rupture pouvant être placé en amont des soupapes (fuite sur le disque engendrant une contre-pression et défaillance à l'ouverture du disque...).
- Contre-pression excessive en aval.
- Mauvaises manipulations au cours du transport, de l'installation ou de la maintenance (chocs, exposition de la soupape aux corps étrangers, maintien de la vis de transport...).

**Lorsque la soupape est efficace à 100% dans son contexte d'utilisation et qu'elle est maintenue et testée régulièrement, le niveau de confiance par défaut peut être pris égal à 1, en l'absence de toute autre information pouvant justifier un niveau de confiance supérieur.**

La périodicité de la maintenance peut être exigée par la réglementation (cf. AIDA) suivant les installations à protéger.

## 4.4 MAINTENABILITE ET TESTABILITE

Les points de maintenance à considérer sont :

- Si la soupape est raccordée par une vanne, il faut s'assurer de l'ouverture permanente de celle-ci.
- La protection contre les intempéries.
- L'absence d'eau ou d'encrassement dans le conduit d'évacuation de la soupape.
- L'absence de moisissure ou de particules étrangères dans la soupape.
- L'absence de corrosion et de détérioration de la soupape et du ressort.
- L'absence de fuite au niveau du siège du disque, du raccordement avec l'enceinte protégée et au niveau de soufflets anticorrosion.
- La manœuvrabilité.
- Le retarage éventuel sur banc.

Quelques règles de base doivent être appliquées dans les situations particulières suivantes :

- En cas de moindre détérioration, la soupape doit être vérifiée,

- Après un dégagement de gaz : vérification de la soupape et du système entier pour déterminer la cause de la surpression,
- Si la surpression est due à un incendie, la soupape doit être immédiatement remplacée,
- Si la soupape s'est complètement ouverte, la présence de particules étrangères entre le siège et l'organe de décharge doit également être recherchée.

## **5. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS ET REVENDEURS**

Le tableau 1 (non exhaustif) ci-dessous regroupe des constructeurs et des revendeurs de soupapes de sécurité.

<b>Noms</b>	<b>Coordonnées</b>
<b>ARI ARMATUREN</b>	65, avenue Pierre Beregovoy 93420 VILLEPINTE tél. : 01 48 61 43 38 / fax : 01 48 61 70 48
<b>AUTEXIER</b>	93, rue Louis Blanc 02300 CHAUNY tél. : 03 23 52 02 86 / fax : 03 23 39 52 28
<b>BIOSIERS INDUSTRIE</b>	112, 114 avenue de Vendôme BP 61 007 41000 BLOIS
<b>Groupe BOM Robinetterie Industrielle</b>	24, rue Pierre Mendès France Z.A Est « Les Rubines » 69120 VAULX-EN-VELIN tél. : 04 72 04 64 00 / fax : 04 72 04 41 09
<b>Société GMI</b>	19, rue Albert Thomas 44600 SAINT-NAZAIRE <a href="http://www.societe-gmi.com">www.societe-gmi.com</a> tél. : 02 51 10 18 18 / fax : 02 51 10 18 19
<b>GRISS S.A. SAPAG Robinetterie Industrielle</b>	Rue du Marais 80400 HAM E-Mail: <a href="mailto:sapaginfo@sapag-valves.com">sapaginfo@sapag-valves.com</a>
<b>H+VALVES</b>	Impasse les "Saillants" Chessy les mines 69380 LOZANNE tél : 04 78 43 91 52 / fax : 04 78 43 91 01 e.mail : <a href="mailto:gen@hvalves.com">gen@hvalves.com</a>
<b>TECOFI</b>	5, impasse Pascal ZI, BP 177 69686 CHASSIEU CEDEX tél. : 04.72.79.05.79 / fax : 04.78.90.19.19
<b>TRANSMARK FCX SAS</b>	21 - 23, rue du Petit Albi 95801 CERGY PONTOISE tél. : 01 30 73 60 75 / fax : 01 30 73 64 40

*tableau 1 : Constructeurs et revendeurs de soupapes de sécurité*

## **6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1].M. CAUMONT – Étude sur les équipements de réservoirs de stockages de liquides et de gaz liquéfiés – INERIS – 1998
- [2].J. SUTTER - Appareillages de contrôle des fluides dans les tuyauteries - Techniques de l'Ingénieur - A 767-1 à 28 (08/1984)
- [3].B. LANTERNIER –Fiabilité des soupapes de sécurité – INERIS - 2007