

1 – Rappel technique

1.1 – Dimensionnement et fonctionnement

Les soupapes de sécurité sont utilisées pour évacuer les surpressions éventuelles dans un réservoir de stockage ou plus largement sur un équipement sous pression.

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

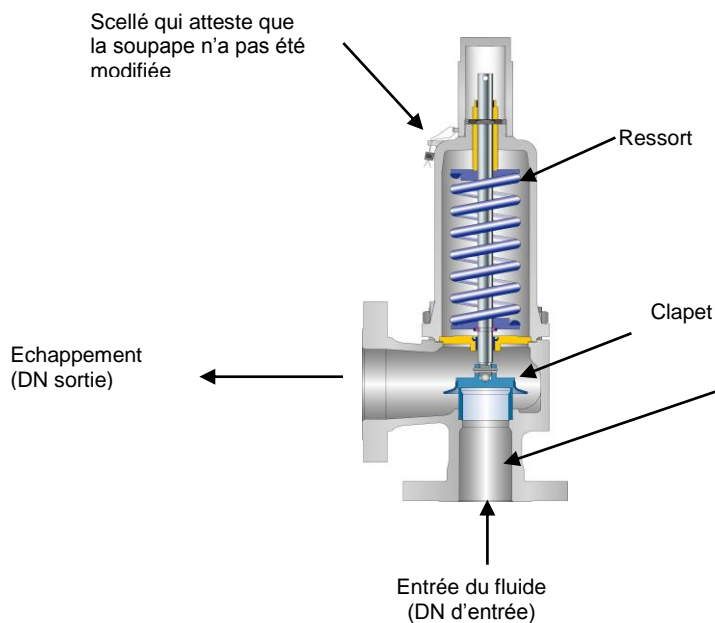
- **la pression de début d'ouverture** (P_o ou pression de tarage) ;
- **la pression maximale** (P_{max}) susceptible d'être appliquée à l'appareil dans les conditions normales d'utilisation, c'est-à-dire sans qu'il ne s'ouvre. C'est la force de rappel du ressort qui doit contrer cette pression ;
- **le débit de gaz** à évacuer, sous forme gazeuse ;
- **la valeur de l'augmentation de pression** admise lors de l'échappement du gaz.

Une pression limite d'ouverture (P_o) de la soupape est ainsi définie en fonction de la pression maximale de service du réservoir (P_{max}). En général, $P_o = 1.1 * P_{max}$ (110%) ou $P_{max} = 0.9 * P_o$ (90%). Ce réglage est nécessaire de façon à éviter les ouvertures intempestives ou les fuites.

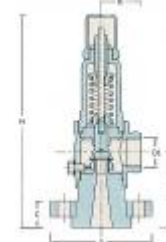
Lorsque la pression du fluide dépasse la pression d'ouverture de la soupape, un clapet-bille s'ouvre pour évacuer un certain débit de fluide, et permet ainsi de diminuer la pression dans le stockage.

Les soupapes doivent être dimensionnées pour faire face au risque d'incendie du réservoir.

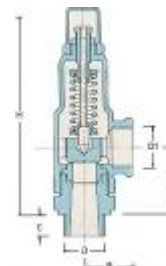
1.2 – Schéma



Cône d'entrée qui différencie les soupapes à échappement instantané :



des soupapes à déclenchement progressif :



2 – Causes des accidents

Au 10/07/2013, 333 événements impliquant des soupapes sont recensés dans la base ARIA. Ces événements trouvent leur origine dans des problèmes techniques ou organisationnels.

2-1 Aspects techniques

✓ **Non conformité de l'accessoire :**

- soupape prévue pour évacuer des fluides gazeux et non liquides (ARIA 9043), problème de dimensionnement du débit de décharge (ARIA 42798)
- mauvais réglage de la pression d'ouverture (P_o) ou de tarage (ARIA 24754,26604,30920,34389,42806), 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 (ARIA 32817)
- incompatibilité avec la pression des disques de rupture se trouvant en amont (ARIA 27585)
- ✓ **Problème de tenue aux surpressions répétées** (ARIA 7269) ou coup de bélier (ARIA 37284), aux à-coups de vapeur (ARIA 31242), aux conditions climatiques (fissuration d'une soupape : ARIA 10345,15637, comportement aux fortes chaleurs : ARIA 30043,30122)
- ✓ **Défaut de maîtrise de procédé dans l'usine et des automatismes** (ARIA 2684)
- ✓ **Dispositifs de sécurité insuffisamment collectés** (ARIA 4303,6066)
- ✓ **Dysfonctionnement de la soupape sans précision détaillée de l'origine** (ARIA 11937,12008,20238,23035,...). Le dysfonctionnement se caractérise en général par le fait que la soupape se referme mal (ARIA 34494) et peut être induit par des défaillances de pressostat (ARIA 35600,41479)
- ✓ **Fuite au niveau des joints** (ARIA 23611), **défaillance du ressort** (ARIA 37333, présence d'eau gelée : 41943), **mauvais positionnement sur le siège du clapet** (ARIA 37817)

2-2 Facteur organisationnel et humain

- ✓ **Mauvais entretien / absence de contrôle en exploitation ou des sous traitants :**
 - soupapes fuyardes, défauts d'étanchéité (ARIA 4427,26535,39563)
 - blocage par le gel (ARIA 5926, 37814 ; infiltration d'eau de pluie puis gel : ARIA 37694), blocage par des composés soufrés ou autres dépôts (ARIA 26519), des corps étrangers (copeaux d'acier : ARIA 28773, éclat de téflon : ARIA 30715)
 - absence de contrôle du matériel après un glissement de terrain qui endommage un réservoir (ARIA 29874) ou en cas de chute d'arbre (ARIA 34815,35664,37667)
 - mauvais tarage des soupapes opéré par un sous traitant (ARIA 17163)
 - absence de maintenance préventive (ARIA 42798)
- ✓ **Insuffisance d'analyse de risques :**
 - pas de soupape pour protéger un équipement (ARIA 5003)
 - absence d'étude sonore en cas d'ouverture d'une soupape et de modalités d'intervention particulière (protection sonore : ARIA 20085,34486,43526, bruit perceptible jusqu'à 1,5 km : ARIA 30953)
 - soupapes installées sur des « bras morts » (ARIA 17922)
 - comportement de l'accessoire en cas d'incendie (ARIA 20832)
- ✓ **Mauvaise pratique / absence de formation :**
 - ouvertures volontaires des soupapes par des opérateurs en exploitation ou en phase de maintenance (ARIA 206, 215, 19328)
 - une manutention improvisée arrache la soupape d'un réservoir (ARIA 7239, 14710), un camion recule contre un réservoir et entraîne l'ouverture de sa soupape (ARIA 21055)
 - Mauvais serrage du raccord d'une soupape (ARIA 23518, 33829)
- ✓ **Erreur humaine lors d'opération/manipulation** (ARIA 365, 19295, oubli de fermeture de vannes : 26974)
- ✓ **Mauvais repérage et erreur lors du remontage des soupapes** (ARIA 28775, remontage en force : ARIA 28442 montage à l'envers : ARIA 37425)
- ✓ **Check list de contrôle défectueuse aussi bien vis à vis du prestataire sous-traitant que de la maintenance interne** (ARIA 25246)
- ✓ **Gestion des modifications apportées sur le process de fabrication et de leur implication sur les accessoires de sécurité** (ARIA 21516)
- ✓ **Formation des opérateurs à la conduite des équipements sous pression** (ARIA 27585)

3 – Données statistiques extraites de la littérature

Plusieurs documents donnent des indications sur les probabilités de défaillance des soupapes ou comment les calculer (OREDA, cahier de l'ICSI, Ineris rapport Q10...). A titre d'information, l'ICSI mentionne dans ses cahiers :

Événement : Ouverture inopinée d'une soupape (par exemple suite à la rupture du ressort)

Valeurs entre 10^{-1} et 10^{-3} par an et par soupape.

Barrière : Soupape de prévention ou protection surpression/dépression

Valeurs PFD (Probability of Failure on Demand) de base : 10^{-2} , pouvant varier de 10^{-1} à 10^{-3} .