

Norme internationale



4126

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

● Soupapes de sûreté — Prescriptions générales

Safety valves — General requirements

Deuxième édition — 1981-04-01

CDU 621.646.28

Réf. n° : ISO 4126-1981 (F)

Descripteurs : soupape de sûreté, joint de tuyau, définition, spécification de matériel, caractéristique de fonction, règle de sécurité, essai, dimension.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4126 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 153, *Robinetterie industrielle pour les usages courants*.

La première édition (ISO 4126-1979) avait été approuvée par les comités membres des pays suivants :

Allemagne, R.F.	Finlande	Pologne
Australie	France	Royaume-Uni
Autriche	Inde	Suède
Brésil	Irlande	Suisse
Canada	Italie	Turquie
Chili	Norvège	URSS
Danemark	Pays-Bas	Yougoslavie
Espagne	Philippines	

Les comités membres des pays suivants l'avaient désapprouvée pour des raisons techniques :

Afrique du Sud, Rép. d'
Belgique
Japon

Cette deuxième édition, qui annule et remplace l'ISO 4126-1979, incorpore le projet d'additif 1, qui a été soumis aux comités membres en juillet 1979 et qui a été approuvé par les comités membres des pays suivants :

Allemagne, R.F.	Espagne	Pologne
Australie	Finlande	Roumanie
Autriche	France	Royaume-Uni
Belgique	Inde	Suède
Brésil	Italie	Suisse
Canada	Norvège	URSS
Corée, Rép. de	Pays-Bas	USA

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvé pour des raisons techniques :

Afrique du Sud, Rép. d'

Soupapes de sûreté — Prescriptions générales

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions des soupapes de sûreté, quel que soit le fluide pour lequel elles sont conçues.

Elle est applicable aux soupapes présentant un orifice d'écoulement de diamètre supérieur ou égal à 9 mm, et est utilisable à des pressions supérieures à 1 bar¹⁾ jusqu'à 250 bar. Aucune limitation en température n'est spécifiée.

2 Références

ISO 7/1, *Filetages de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet — Partie 1 : Désignation, dimensions et tolérances.*²⁾

ISO 2084, *Brides de tuyauteries à usage général — Série métrique — Dimensions de raccordement.*

ISO 2229, *Matériel d'équipement pour les industries du pétrole et du gaz naturel — Brides pour tubes d'acier de diamètres nominaux 1/2 à 24 in — Dimensions métriques.*

ISO 2441, *Brides de tuyauterie pour usage général — Formes et dimensions des surfaces d'étanchéité.*

ASA B2.1, *Pipe threads (except dry seal).*

3 Définitions

3.1 soupape de sûreté : Appareil de robinetterie qui évacue automatiquement une quantité garantie d'un fluide, sans autre énergie que celle de ce fluide, de façon à éviter un dépassement d'une certaine pression de sécurité prédéterminée, et qui est conçu pour se refermer et éviter un écoulement ultérieur de ce fluide lorsque la pression a été ramenée aux conditions normales de service.

La soupape peut également être commandée par une source d'énergie indépendante de celle du fluide si une norme nationale le permet.

3.1.1 soupape de sûreté à action directe : Soupape de sûreté dans laquelle l'effort exercé directement par un dispositif

mécanique tel que contrepoids, levier avec contre-poids ou ressort s'oppose seul à la force exercée sous le clapet par la pression du fluide.

3.1.2 soupape de sûreté commandée : Soupape dans laquelle le clapet peut en outre être soulevé par un dispositif de commande annexe, à une pression inférieure à la pression de début d'ouverture et qui, même en cas de défaillance de ce dispositif de commande, satisfait aux prescriptions de la présente Norme internationale.

3.1.3 soupape de sûreté à charge additionnelle : Soupape de sûreté dans laquelle un effort supplémentaire 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. Cet effort supplémentaire (charge additionnelle), qui peut être obtenu par des moyens faisant appel à une source d'énergie extérieure, doit s'annuler de manière fiable dès que la pression à l'entrée de la soupape atteint la pression de début d'ouverture. La valeur de l'effort supplémentaire doit être ajustée de façon telle que, dans le cas où celui-ci ne serait pas supprimé, la soupape de sûreté atteigne son plein débit pour une pression à l'entrée au plus égale au pourcentage de la pression de début d'ouverture fixé dans les règlements nationaux.

3.1.4 soupape de sûreté pilotée : Soupape de sûreté dans laquelle le fonctionnement est commandé et contrôlé par le fluide s'écoulant d'un dispositif pilote qui est lui-même une soupape de sûreté à action directe répondant aux prescriptions de la présente Norme internationale.

3.2 pression

3.2.1 pression de début d'ouverture : Pression prédéterminée à laquelle le clapet de la soupape de sûreté commence à se lever dans les conditions de service. C'est 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.

3.2.2 surpression : Augmentation de pression par rapport à la pression de début d'ouverture, exprimée généralement en pourcentage de la pression de début d'ouverture.

1) 1 bar = 0,1 MPa

2) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 7/1-1978.)

3.2.3 pression de fermeture : Valeur de la pression statique d'entrée pour laquelle le clapet retombe sur son siège ou pour laquelle la levée devient nulle.

3.2.4 pression de réglage : Pression statique à l'entrée, à laquelle la soupape de sûreté est réglée pour commencer à se lever sur le banc d'essai. Cette pression de réglage tient compte des corrections nécessitées par les conditions, en service, de contre-pression et/ou de température.

3.2.5 pression d'ouverture (pression d'écoulement estimée) : Somme de la pression de début d'ouverture et de la surpression.

NOTE — Les limitations de la pression d'ouverture pourront subir des exigences nationales.

3.2.6 contre-pression engendrée : Pression existant à l'aval de la soupape de sûreté et provoquée par l'écoulement dans celle-ci du fluide se dirigeant vers la tuyauterie d'échappement.

3.2.7 contre-pression initiale : Pression statique existant à l'aval d'une soupape de sûreté au moment où celle-ci doit entrer en service. C'est la résultante des pressions provenant d'autres sources dans la tuyauterie d'échappement.

3.2.8 chute de pression à la fermeture : Différence entre la pression de début d'ouverture et la pression de fermeture. Elle est généralement exprimée en pourcentage de la pression de début d'ouverture, sauf dans le cas des très basses pressions où elle est exprimée en bars.

3.3 levée : Course réelle du clapet à partir de la position de fermeture de la soupape.

3.4 commencement de levée : Levée initiale qui provoque la première indication de mouvement dans le transducteur linéaire ou dans un appareil de mesure équivalent.

3.5 section d'écoulement : Section droite minimale située entre l'entrée et le siège du corps, qui sert à calculer le débit théorique, sans déduction pour tenir compte des obstacles éventuels.

3.5.1 diamètre d'écoulement : Le diamètre qui correspond à la section d'écoulement.

3.6 débit

3.6.1 débit théorique : Débit calculé, exprimé en unités de masse ou de volume, d'une tuyère théorique parfaite, ayant une section d'écoulement égale à celle d'une soupape de sûreté.

3.6.2 débit certifié : Partie du débit mesuré pouvant servir de base pour l'utilisation d'une soupape de sûreté.

Ce peut être, par exemple :

- a) débit mesuré × coefficient d'abattement, ou
- b) débit théorique × coefficient de débit × coefficient d'abattement.

3.6.3 débit calculé équivalent : Débit d'une soupape de sûreté calculé dans les conditions de pression et de température ou pour un fluide, qui diffèrent des conditions ou du fluide servant à calculer le débit certifié.

3.7 organisme indépendant (pour les soupapes de sûreté) : Organisme qui, dans le pays considéré, porte la responsabilité de tous les aspects de la surveillance des essais, de la vérification des calculs et de la certification des débits des soupapes de sûreté.

3.8 diamètre nominal DN : Désignation dimensionnelle qui est normalement commune à tous les composants d'un système de tuyauterie. C'est un nombre rond d'usage pratique aux fins de référence, et qui n'est relié que de façon approximative aux dimensions de fabrication.

4 Raccords d'extrémité

Les raccords d'extrémité doivent être conformes à l'une des spécifications suivantes :

- a) ISO 2084 et ISO 2441 pour les brides;
- b) ISO 2229 pour les brides;
- c) ISO 7 ou ASA B 2.1 pour les raccords filetés;
- d) code de soudage approuvé sur le plan national en ce qui concerne la forme des extrémités à souder.

5 Essais de résistance en usine de toutes les soupapes de sûreté

5.1 Objet

Les présents essais ont pour objet de garantir l'aptitude au fonctionnement et la résistance aux pressions et températures spécifiées de toutes les soupapes de sûreté sans exception.

5.2 Généralités

Les tuyauteries, raccords et dispositifs obturateurs temporaires doivent tous être capables de supporter la pression d'épreuve.

Les fixations soudées temporaires doivent être enlevées avec soin et l'emplacement des soudures doit être rasé au niveau du métal de base. Après meulage, tous ces emplacements doivent être inspectés par magnétoscopie ou par ressuage.

Les manomètres de type Bourdon ou autres appareils agréés pour la mesure de la pression, fixés sur le matériel d'essai, doivent être régulièrement soumis à des essais et étalonnés suivant les normes nationales appropriées pour assurer la précision requise.

5.3 Épreuve hydraulique

5.3.1 Application

Le siège du corps des soupapes de sûreté doit être obturé et une pression d'épreuve égale à 1,5 fois la pression maximale

pour laquelle la soupape de sûreté est conçue doit être exercée uniquement sur la partie se trouvant du côté de la tubulure d'entrée du siège.

Les soupapes de sûreté à échappement libre ou celles qui sont soumises à la seule contre-pression accumulée n'ont pas besoin de subir d'épreuve hydraulique sur la partie du corps se trouvant du côté de la tubulure de sortie du siège. Les soupapes soumises à une contre-pression imposée ou les soupapes se déchargeant dans un système clos (soupapes à chapeau fermé) doivent par contre être soumises à une épreuve hydraulique, à une pression égale à 1,5 fois la contre-pression maximale s'exerçant sur la soupape sur la partie se trouvant du côté de la tubulure de sortie du siège.

5.3.2 Durée de l'épreuve hydraulique

La pression d'épreuve doit être appliquée et maintenue à la valeur exigée durant une période suffisamment longue pour permettre de procéder à un examen visuel de toutes les surfaces et de tous les joints. Cette période ne doit en tout cas pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le tableau 1. Pour les essais effectués du côté de la tubulure de sortie du siège, la durée de l'épreuve sera fonction de la pression spécifiée en 5.3.1 et de la dimension de l'orifice de sortie.

5.3.3 Caractéristiques de sécurité

Le fluide d'essai utilisé doit normalement être de l'eau d'une pureté appropriée. Pour tout autre fluide, prendre les précautions supplémentaires qui s'imposent.

Les corps de soupapes doivent être convenablement drainés pour évacuer toutes les poches d'air.

En cas d'utilisation de certains matériaux sujets à la rupture fragile, dans la partie de la soupape de sécurité qui est soumise à l'épreuve hydraulique, il convient de porter tout ou partie de la soupape et le fluide d'essai, à une température suffisante pour éviter cette rupture éventuelle.

Aucune soupape ni partie de soupape soumise à l'essai ne doit subir de choc quelconque (essai de martelage par exemple).

5.4 Épreuve pneumatique

5.4.1 Application

Un essai de pression à l'air ou à tout autre gaz approprié est normalement à éviter, mais il peut remplacer l'épreuve hydraulique normale du corps avec l'accord des parties intéressées dans l'un des deux cas suivants :

- soupapes conçues et construites de telle façon qu'on ne puisse pas les remplir de liquide, et/ou
- soupapes destinées à être utilisées dans des conditions de service ne tolérant pas la moindre trace d'eau.

La pression d'essai et la méthode d'application de cette pression doivent être conformes aux prescriptions 5.3.1.

5.4.2 Durée des épreuves pneumatiques

Les durées et les conditions de ces épreuves doivent être conformes aux prescriptions de 5.3.2.

Tableau 1 — Durée minimale de l'épreuve hydraulique

Diamètre nominal de la soupape DN	Pression nominale		
	< 40 bar	> 40 bar < 64 bar	> 64 bar
	Durée en minutes		
DN < 50	2	2	3
50 < DN < 65	2	2	4
65 < DN < 80	2	3	4
80 < DN < 100	2	4	5
100 < DN < 125	2	4	6
125 < DN < 150	2	5	7
150 < DN < 200	3	5	9
200 < DN < 250	3	6	11
250 < DN < 300	4	7	13
300 < DN < 350	4	8	15
350 < DN < 400	4	9	17
400 < DN < 450	4	9	19
450 < DN < 500	5	10	22
500 < DN < 600	5	12	24

Au-dessus de DN 600, les durées d'essai sont calculées au prorata.

5.4.3 Caractéristiques de sécurité

Il convient de tenir compte des risques impliqués par l'épreuve pneumatique et de prendre les précautions qui s'imposent en particulier dans les cas suivants :

Si une rupture importante de la soupape se produit à un stade quelconque de la montée en pression, elle libère une quantité considérable d'énergie; personne ne doit donc se trouver à proximité immédiate de la soupape pendant cette phase (un volume d'air donné contient en effet 200 fois la quantité d'énergie contenue dans un volume équivalent d'eau à la même pression).

Le risque de rupture fragile dans les conditions d'essai doit être évalué avec soin au moment du calcul et les matériaux des soupapes soumises à une épreuve pneumatique doivent être choisis en conséquence. Cela signifie qu'une marge de sécurité appropriée doit être respectée entre la température de transition de toutes les pièces et la température du métal pendant l'essai.

Il convient de noter que si la pression du gaz diminue entre la soupape essayée et le réservoir sous haute pression, il s'ensuivra un abaissement de température.

Il est interdit de s'approcher des soupapes à l'essai pneumatique pour les contrôler avant que la montée en pression ne soit terminée.

Aucune soupape soumise à l'essai pneumatique ne doit subir de traitement de choc de quelque nature que ce soit.

Des précautions doivent être prises afin de ne pas engendrer de pressions excédant la pression d'essai.

5.5 Ajustement de la pression de réglage des soupapes de sûreté

Il n'est pas admis de procéder à un ajustement à l'air ou à tout autre gaz d'essai de la pression de réglage d'une soupape de sûreté, à moins que la soupape en question n'ait préalablement été soumise à un essai de résistance conformément aux prescriptions de 5.3 ou 5.4.

6 Caractéristiques de fonctionnement et de débit des soupapes de sûreté essayées avec de la vapeur d'eau, de l'air, de l'eau ou d'autres gaz ou liquides de propriétés connues

6.1 Généralités

6.1.1 Application

Ce paragraphe s'applique aux types de soupapes de sûreté définis en 3.1.

6.1.2 Réalisation des essais

Les essais permettant de déterminer les caractéristiques de fonctionnement doivent être réalisés suivant les indications de 6.2 et les essais permettant de déterminer les caractéristiques de débit suivant les indications de 6.3.

Si ces essais sont réalisés séparément, les pièces de la soupape qui influent sur l'écoulement du fluide doivent être complètes et montées dans la soupape.

6.1.3 Objet des essais

Déterminer dans des conditions de service déterminées les caractéristiques particulières des soupapes à l'ouverture, en service et à la fermeture. Les caractéristiques suivantes sont des exemples parmi d'autres :

- a) pression de début d'ouverture;
- b) pression de fermeture;
- c) chute de pression à la fermeture;
- d) reproductibilité des caractéristiques de fonctionnement;
- e) caractéristiques mécaniques des soupapes contrôlées à l'œil nu ou à l'oreille, telles que :
 - fermeture satisfaisante;
 - absence ou présence de battement, flottement, blocage, ou vibrations anormales;
- f) pression d'ouverture;
- g) levée.

6.1.4 Mode opératoire

Les essais choisis et la façon de les réaliser doivent fournir les renseignements à partir desquels on pourra déterminer les caractéristiques de fonctionnement et de débit. À cette fin, il convient de fournir à un organisme indépendant les informations qui suivent et qui devront être approuvées avant le début des essais :

- a) tous renseignements techniques relatifs aux soupapes à essayer, ainsi que la gamme des appareils et des ressorts qu'elles représentent;
- b) détail des installations d'essai, avec l'appareillage et la méthode d'étalonnage envisagés;
- c) provenance, débit, pression, température et caractéristiques du ou des fluides d'essai.

6.1.5 Résultats calculés d'après les essais

Le débit théorique est calculé (voir 7.2, 7.3 ou 7.4) et sert, avec le débit réel à la pression d'ouverture, à calculer le coefficient de débit de la soupape de sûreté (voir 7.1).

6.2 Essais de détermination des caractéristiques de fonctionnement

6.2.1 Réalisation des essais

Les pressions auxquelles doivent être déterminées les caractéristiques de fonctionnement doivent être les pressions minimales de début d'ouverture pour lesquelles sont conçus les res-

sorts utilisés. Les soupapes conçues pour fonctionner avec de la vapeur d'eau, de l'air ou un autre gaz, doivent être essayées avec de la vapeur d'eau, de l'air ou un autre gaz de propriétés connues, sauf les soupapes spécialement conçues pour la vapeur d'eau qui ne peuvent être essayées qu'avec ce fluide. Les soupapes conçues pour fonctionner avec des liquides doivent être essayées avec de l'eau ou un autre liquide de propriétés connues. Les tolérances ou limites admissibles sur ces caractéristiques sont les suivantes :

- a) Pression de début d'ouverture inférieure à 5 bar : $\pm 0,14$ bar
supérieure ou égale à 5 bar : ± 3 %
- b) Levée : ± 5 % de la moyenne pour une dimension donnée de soupape
- c) Limites de la chute de pression à la fermeture : 2,5 % min. de la pression de début d'ouverture, 7 % max. de la pression de début d'ouverture, à l'exception des soupapes ayant :
 - un orifice d'écoulement inférieur à 15 mm, pour lesquelles la limite maximale sera de 15 % de la pression de début d'ouverture;
 - une pression de début d'ouverture inférieure à 3,0 bar pour laquelle la chute de pression admise sera de 0,3 bar au maximum.
- d) Limites pour les soupapes à chute de pression non ajustable : 15 % maximum de la pression de début d'ouverture.
- e) Limites de la chute de pression à la fermeture pour les fluides incompressibles : maximum de 20 % de la pression de début d'ouverture. Pour des pressions de début d'ouverture inférieures à 3 bar, la chute de pression à la fermeture doit être de 0,6 bar au maximum.

NOTE — Certains pays limitent réglementairement la chute de pression à des valeurs inférieures.

L'organisme indépendant peut dispenser des essais de détermination des caractéristiques de fonctionnement décrits ci-dessus lorsqu'il est prouvé par expérience ou par des considérations objectives indiscutables que le modèle considéré de soupape de sûreté présente une levée et des caractéristiques de fonctionnement satisfaisantes.

6.2.2 Appareillage d'essai

Les manomètres utilisés pour les essais doivent avoir une marge d'erreur admissible de 0,5 % de la lecture à pleine échelle, la pression d'essai se situant dans le second tiers du cadran.

6.2.3 Soupapes utilisées dans le programme d'essais

Les soupapes de sûreté à essayer doivent être représentatives du point de vue de la conception, de la pression et de la gamme dimensionnelle des soupapes dont on évalue les caractéristiques de fonctionnement. À cette fin, le rapport de l'orifice d'entrée de la soupape sur la section d'écoulement, et le rapport de la section d'écoulement à l'orifice de sortie de la soupape, doivent être pris en compte.

Les essais doivent porter sur trois dimensions, à moins que la gamme de fabrication n'en comporte pas plus de six, auquel cas le nombre peut être réduit à deux. Si la gamme de dimensions est élargie d'un nombre inférieur à sept à un nombre égal ou supérieur à sept, il est alors exigé d'effectuer les essais sur trois dimensions de soupapes.

Lorsque la gamme est élargie de telle sorte que les soupapes de sûreté précédemment essayées n'en sont plus représentatives, de nouveaux essais sont exigés.

6.2.4 Mode opératoire

Les essais doivent être réalisés avec trois modèles de ressorts notablement différents pour chaque dimension de soupape. Si, pour une dimension donnée de soupape, on doit réaliser trois essais en pression, il est possible d'effectuer ces essais sur une même soupape avec trois ressorts nettement différents, ou sur trois soupapes de la même dimension présentant trois tarages nettement différents.

Chaque essai doit être répété un minimum de trois fois pour établir et confirmer la reproductibilité de la performance.

Si les soupapes sont de conception nouvelle ou spéciale, et ne sont fabriquées qu'en une seule dimension et pour une seule pression nominale, il est permis de réaliser l'essai à cette pression de début d'ouverture avec l'accord de l'organisme indépendant.

Dans le cas où les soupapes ne sont fabriquées qu'en une dimension mais pour plusieurs pressions nominales, les essais doivent être réalisés avec quatre ressorts différents couvrant la gamme des pressions d'utilisation de ces soupapes.

6.3 Essais de détermination des caractéristiques de débit

6.3.1 Réalisation des essais

Lorsque les soupapes de sûreté pour vapeur d'eau ont satisfait aux essais de fonctionnement avec de la vapeur d'eau, il est admis, pour déterminer leurs caractéristiques de débit, d'utiliser de la vapeur d'eau, de l'air ou tout autre gaz dont les propriétés sont connues comme fluide d'essai. Toutefois, s'il est décidé de déterminer les grandeurs relatives au débit avec un fluide autre que la vapeur d'eau, il est nécessaire de maintenir, par des moyens mécaniques, le clapet levé à une hauteur correspondant à celle qu'on a observée lors des essais de fonctionnement avec la vapeur d'eau à la surpression spécifiée.

6.3.2 Soupapes utilisées dans le programme d'essais

Les soupapes à essayer doivent être représentatives, du point de vue de la conception, de la gamme dimensionnelle et de pression des soupapes dont on évalue les caractéristiques de fonctionnement.

La configuration de la soupape doit être la même que pour les essais de détermination des caractéristiques de fonctionnement, c'est-à-dire que la levée et la position de la ou des bagues de réglage de la chute de pression, quand de telles bagues sont montées, doivent être les mêmes que celles déterminées lors de

l'essai des caractéristiques de fonctionnement, pour la dimension de soupape et la surpression spécifiées. Des valeurs moyennes peuvent être utilisées si les tolérances de 6.2.1 ont été respectées.

En variante de ce qui précède, il est admis d'établir des courbes du débit et de la pression d'entrée absolue en fonction de la levée et de la position des bagues de réglage de la chute de pression à la fermeture. Ces courbes peuvent ensuite servir à obtenir l'unique valeur désirée suivant les résultats des essais de détermination des caractéristiques de fonctionnement.

6.3.3 Mode opératoire

Les essais de détermination des caractéristiques de débit doivent être réalisés à trois pressions différentes pour chacune des trois dimensions d'un type de soupape déterminé, à moins que la gamme dimensionnelle ne contienne pas plus de six dimensions, auquel cas le nombre des dimensions à essayer peut être réduit à deux.

Lorsque la gamme est élargie d'un nombre de dimensions inférieur à sept à un nombre de dimensions égal ou supérieur à sept, il est alors exigé d'effectuer les essais sur trois dimensions (au total, donc, neuf essais).

Une courbe peut être établie à partir du coefficient de débit en fonction de la levée, pour une pression d'entrée donnée et, s'il y a lieu, pour la position appropriée de la ou des bagues réglant la chute de pression à la fermeture. Les coefficients de débit aux positions intermédiaires de levée peuvent être interpolés sur cette courbe. Les essais doivent définir la variation du coefficient de débit suivant la pression d'entrée et la position de la bague de réglage de la chute de pression à la fermeture. D'autre part, s'il n'y a pas de variation, la courbe peut être utilisée telle quelle, sinon l'organisme indépendant exigera des essais pour établir les courbes supplémentaires relatives à ces variables.

Dans le cas des soupapes de modèle nouveau ou spécial, fabriquées en une seule dimension, mais pour plusieurs pressions nominales, les essais doivent être réalisés à quatre pressions d'ouverture différentes couvrant toute la gamme des pressions d'utilisation de ces soupapes ou les possibilités de vérification des installations d'essai. Les débits déterminés par ces quatre essais doivent être portés sur une courbe en fonction de la pression d'entrée absolue, et une droite passant par ces quatre points et l'origine des coordonnées doit être tracée. Si la dispersion des points par rapport à cette droite est supérieure à $\pm 5\%$, l'organisme indépendant devra exiger des essais supplémentaires jusqu'à ce que la ligne puisse être tracée sans ambiguïté. Dans le cas de liquides, les débits déterminés par ces quatre essais doivent être portés sur une courbe, en coordonnées logarithmiques, en fonction de la pression différentielle d'essai (pression d'entrée moins contre-pression) et une ligne droite passant par ces quatre points doit être tracée.

Dans tous les cas, la gamme dimensionnelle et la gamme de pression doivent être représentatives de celles pour lesquelles a été conçue la soupape, dans les limites des installations d'essai.

Lorsque la soupape est trop grosse pour pouvoir être essayée sur banc d'essai, l'organisme indépendant envisagera la possibilité et le bien-fondé d'un essai de confirmation in situ.

Trois modèles géométriquement similaires de taille différente peuvent cependant être utilisés pour déterminer le coefficient de débit. Le bon fonctionnement d'au moins une soupape du modèle à certifier doit être démontré par un essai.

Les résultats finals de l'essai de détermination des caractéristiques de débit, quelle que soit la méthode utilisée, ne doivent pas donner une dispersion supérieure à $\pm 5\%$ de la moyenne, sinon d'autres essais devront être exigés par l'organisme indépendant jusqu'à ce que cette valeur soit atteinte.

6.3.4 Correction de réglage en cours d'essai

Aucune correction de réglage ne doit être faite en cours d'essai. En cas de variation ou d'écart des conditions d'essai, une période d'attente suffisante devra être observée pour permettre la stabilisation du débit, de la température et de la pression avant les mesures.

6.3.5 Procès-verbaux et résultats d'essai

Les procès-verbaux doivent comporter toutes les observations, mesures, lectures et valeurs d'étalonnage des instruments (le cas échéant), nécessaires à la réalisation des essais. L'original des procès-verbaux doit être conservé par l'organisme qui a effectué les essais, tandis que des copies de ceux-ci doivent être distribuées à toutes les parties intéressées. Les corrections et valeurs corrigées doivent être enregistrées séparément dans le procès-verbal d'essai.

6.3.6 Matériel d'essai

Le matériel d'essai doit être conçu et utilisé de manière à permettre une précision de $\pm 2\%$ sur la mesure du débit réel.

6.4 Coefficient de débit

Pour la détermination du coefficient de débit, voir le chapitre 7.

6.5 Certification des soupapes

La valeur certifiée du débit doit être de 90 % de la valeur du débit déterminée par les essais. Pour les soupapes utilisant la méthode du coefficient de débit, la valeur certifiée du débit doit être de 90 % du produit de la valeur du débit théorique par le coefficient de débit.

À noter que le coefficient de débit ne doit pas servir à calculer le débit à une surpression inférieure à celle à laquelle est effectué l'essai (6.3), mais qu'il peut être utilisé pour calculer le débit à une surpression supérieure.

7 Détermination du coefficient de débit

7.1 Coefficient de débit, K_d

Le coefficient de débit, K_d , peut être calculé à partir de la formule :

$$\text{Coefficient de débit, } K_d = \frac{\text{débit réel (déterminé par des essais)}}{\text{débit théorique (déterminé par le calcul)}}$$

7.2 Débit théorique avec de la vapeur sèche saturée comme fluide d'essai

Jusqu'à et y compris 110 bar :

$$q_m = 0,525 p \quad \dots (1)$$

Plus de 110 bar et jusqu'à 220 bar :

$$q_m = 0,525 p \left(\frac{2,764 4 p - 1 000}{3,324 2 p - 1 061} \right) \quad \dots (2)$$

où

q_m est le débit théorique de la vapeur sèche saturée, en kilogrammes par heure par millimètre carré de section d'écoulement;

p est la pression réelle (amont) d'écoulement, en bars absolus.

7.3 Débit théorique avec l'air ou un gaz réel quelconque comme fluide d'essai

$$q_m = p C \sqrt{\frac{M}{Z T}} \quad \dots (3)$$

où

q_m est le débit théorique, en kilogrammes par heure par millimètre carré de section d'écoulement;

C est une constante caractéristique du gaz, qui est fonction du coefficient isentropique κ (voir les valeurs arrondies dans le tableau 2)

$$C = 3,949 \sqrt{\kappa \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}}} \quad \dots (4)$$

p est la pression réelle (amont) d'écoulement, en bars absolus;

M est la masse moléculaire du gaz, en kilogrammes par kilomole;

T est la température absolue à l'entrée, en kelvins;

Z est le facteur de compressibilité. Dans beaucoup de cas, il est égal à l'unité et peut être négligé. Pour de l'air dans les conditions normales d'essai, $Z = 1$. (Voir la figure.)

7.4 Débit théorique avec un liquide comme fluide d'essai

$$q_m = \frac{\sqrt{\Delta p \rho}}{0,621 1} \quad \dots (5)$$

où

q_m est le débit théorique relatif à la plus petite section d'écoulement en kilogrammes par heure par millimètre carré de section d'écoulement;

$\Delta p = p - p_a =$ chute de pression, en bars;

p est la pression réelle (amont) d'écoulement, en bars absolus;

p_a est la contre-pression absolue, en bars;

ρ est la masse volumique, en kilogrammes par mètre cube.

8 Marquage

8.1 Sur le corps de la soupape

Les renseignements minimaux suivants doivent être marqués sur le corps de toutes les soupapes de sûreté. Ces marques peuvent être effectuées directement sur le corps ou sur une plaque qui y est fixée solidement :

- diamètre nominal (entrée), par exemple DN...;
- désignation du matériau du corps;
- nom du fabricant ou marque de fabrique;
- flèche indiquant le sens de l'écoulement lorsque les raccords d'entrée et de sortie ont le même diamètre ou la même pression nominale.

8.2 Sur une plaque d'identification

Les renseignements minimaux suivants avec les unités correspondantes doivent être marqués sur une plaque d'identification solidement fixée à la soupape de sûreté :

- température(s) limite(s) de service pour laquelle (lesquelles) la soupape a été conçue, en degrés Celsius;
- pression de début d'ouverture, en bars ou en pascals;
- numéro de la présente Norme internationale;
- référence du type d'appareil, propre au fabricant;
- coefficient de débit, ou débit certifié du fluide de référence;
- section d'écoulement en millimètres carrés;
- levée, en millimètres, et surpression correspondante, en pourcentage.

8.3 Obturation des soupapes de sûreté

Toutes les soupapes de sûreté doivent être scellées par le fabricant, son représentant ou un organisme compétent.

Tableau 2 — Valeurs de κ et de C

κ	Constante C	κ	Constante C	κ	Constante C
1,00	2,39	1,26	2,61	1,52	2,78
1,02	2,41	1,28	2,62	1,54	2,79
1,04	2,43	1,30	2,63	1,56	2,80
1,06	2,45	1,32	2,65	1,58	2,82
1,08	2,46	1,34	2,66	1,60	2,83
1,10	2,48	1,36	2,68	1,62	2,84
1,12	2,50	1,38	2,69	1,64	2,85
1,14	2,51	1,40	2,70	1,66	2,86
1,16	2,53	1,42	2,72	1,68	2,87
1,18	2,55	1,44	2,73	1,70	2,89
1,20	2,56	1,46	2,74	2,00	3,04
1,22	2,58	1,48	2,76	2,20	3,13
1,24	2,59	1,50	2,77		

9 Débits équivalents

Il n'est pas permis de calculer le débit en prenant en compte une surpression inférieure à celle à laquelle l'essai (voir 6.3) a été effectué; il est cependant permis de le calculer en prenant en compte une surpression supérieure.

9.1 Soupapes de décharge pour gaz ou vapeurs

Il n'est fait aucune distinction entre les substances communément appelées «gaz» et celles communément appelées «vapeurs»: le terme «gaz» est utilisé pour décrire les deux états.

Si l'on veut calculer le débit pour un gaz quelconque, on doit admettre que la section d'écoulement et le coefficient de débit sont constants, et on utilise alors les équations théoriques du chapitre 7.

Exemple :

$$\frac{q_{mc s}}{0,525 p} \text{ (pour la vapeur d'eau)}$$

$$= \frac{q_{mc G}}{C_G p \left(\frac{M_G}{Z T} \right)^{1/2}} \text{ (pour n'importe quel gaz réel)} \quad \dots (6)$$

ou

$$\frac{q_{mc 1}}{C_1 p \left(\frac{M_1}{Z_1 T_1} \right)^{1/2}} \text{ (pour le gaz 1)}$$

$$= \frac{q_{mc 2}}{C_2 p \left(\frac{M_2}{Z_2 T_2} \right)^{1/2}} \text{ (pour le gaz 2)} \quad \dots (7)$$

où

q_{mc} = débit certifié,

et les indices :

- s = vapeur d'eau
- G = gaz réel
- 1 = gaz réel 1
- 2 = gaz réel 2

9.2 Détails de la plaque d'identification

L'attention est attirée sur le fait que la plaque d'identification ne donne aucune information sur l'état du gaz utilisé pour la certification; les utilisateurs et l'organisme indépendant devront donc s'adresser au fabricant pour obtenir cette information.

9.3 Gaz purs

C est une constante caractéristique du gaz, qui est fonction du coefficient isentropique κ (voir les valeurs arrondies dans le tableau 2). Si l'on dispose des données nécessaires, on doit prendre pour κ la valeur moyenne de cette grandeur par rapport aux valeurs extrêmes correspondant aux conditions d'entrée et de décharge; si l'on ne dispose pas de ces données, il est possible d'utiliser la valeur de κ à 1,02 bar et 15 °C.

Le facteur de compressibilité, Z , dans les conditions de décharge, peut être obtenu à partir de la pression, du volume et de la température du gaz, en utilisant l'équation (8) :

$$Z = p_R v M / R T_R$$

où

p_R est la pression d'ouverture;

T_R est la température d'ouverture;

v est le volume spécifique du gaz à p_R et T_R ;

M est la masse moléculaire du gaz;

R est la constante universelle des gaz
= 8,314 kJ/K.kmol.

En l'absence de données précises, le facteur de compressibilité, Z , peut être obtenu à partir de la température réduite $T_r = T_R / T^C$ et de la pression réduite $p_r = p_R / p^C$ du gaz de la figure.

T^C et p^C étant respectivement la température critique et la pression critique du gaz pur.

Détermination du facteur de compressibilité, Z , à partir de la figure.

Exemple :

Déterminer la valeur de Z dans le cas d'une décharge d'ammoniac gazeux à travers une soupape de sûreté réglée à une pression relative de 15 bar, à 60 °C, avec 10 % de surpression :

Pression d'ouverture $p_R = 15 + 1,5 + 1 = 17,5$ bar (pression absolue)

Température d'ouverture $T_R = 60 + 273 = 333$ K