
**Dispositifs de sécurité pour protection
contre les pressions excessives —**

Partie 10:

**Dimensionnement des soupapes de
sûreté pour les débits diphasiques
gaz/liquide**

Safety devices for protection against excessive pressure —

Part 10: Sizing of safety valves for gas/liquid two-phase flow

ISO 4126-10:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fcb0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 4126-10:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fcb0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fcb0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2010

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et termes abrégés.....	8
5 Champ d'application de la méthode	12
5.1 Généralités	12
5.2 Limitations de la méthode de calcul du flux massique diphasique dans les soupapes de sûreté	12
5.3 Limitations de la méthode de calcul du débit massique qu'il est requis de décharger.....	14
6 Étapes du dimensionnement	15
6.1 Lignes principales des étapes du dimensionnement.....	15
6.2 Étape 1 — Identification des contraintes de dimensionnement.....	16
6.3 Étape 2 — Régime d'écoulement à l'entrée de la soupape de sûreté	17
6.4 Étape 3 — Calcul du débit qu'il est requis de décharger	22
6.5 Étape 4 — Calcul du flux massique déchargeable à travers une soupape de sûreté	29
6.6 Étape 5 — Fonctionnement correct des soupapes de sûreté raccordées aux tuyauteries d'entrée et de sortie.....	37
Annexe A (informative) Identification des scénarios de dimensionnement	41
Annexe B (normative) Dimensionnement des soupapes de sûreté	43
Bibliographie.....	49

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fc0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010>

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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 4126-10 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 185, *Dispositifs de sûreté pour la protection contre les excès de pression*.

L'ISO 4126 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives*:

- *Partie 1: Soupapes de sûreté*
- *Partie 2: Dispositifs de sûreté à disque de rupture*
- *Partie 3: Soupapes de sûreté et dispositifs de sûreté à disque de rupture en combinaison*
- *Partie 4: Soupapes de sûreté pilotées*
- *Partie 5: Dispositifs de sûreté à décharge contrôlés contre les surpressions (DSDCS)*
- *Partie 6: Application, sélection et installation des dispositifs de sûreté à disque de rupture*
- *Partie 7: Données communes*
- *Partie 9: Application et installation des dispositifs de sûreté autres que les dispositifs à disques de rupture installés seuls*
- *Partie 10: Dimensionnement des soupapes de sûreté pour les débits diphasiques gaz/liquide*

Introduction

Il existe des recommandations bien établies pour définir le dimensionnement des soupapes de sûreté et des tuyauteries d'évent connectées en entrée et en sortie, relatives à un écoulement monophasique gaz/vapeur ou liquide, en régime constant. Cependant, dans le cas d'un écoulement diphasique, vapeur/liquide, la section de décharge requise pour protéger un système contre la surpression est supérieure à celle exigée dans le cas d'un écoulement monophasique, en considérant un récipient dans les mêmes conditions et avec le même dégagement de chaleur. L'exigence d'avoir une plus grande section de décharge vient du fait que, dans l'écoulement diphasique, le liquide bloque partiellement la vapeur s'écoulant par cette dernière, alors que c'est par cet écoulement de vapeur que la majeure partie de l'énergie est éliminée du récipient par évaporation.

La présente partie de l'ISO 4126 comprend un outil technique, avec un vaste champ d'utilisation, destiné au dimensionnement des soupapes de sûreté applicable à la plupart des soupapes de sûreté et des fluides les plus courants rencontrés dans les divers domaines industriels. Il est basé sur la méthode «omega parameter» étendue par un paramètre de non-équilibre thermodynamique. Sans cette extension visant à considérer le non-équilibre, la méthode proposée est conforme à l'API RP 520. On tente d'établir un moyen terme entre la précision de la méthode et les incertitudes inévitables de l'entrée et des données des caractéristiques dans les conditions de dimensionnement réelles. Il existe d'autres méthodes de dimensionnement disponibles auxquelles référence est faite dans la présente partie de l'ISO 4126.

En cas d'écoulement diphasique, l'état du fluide et donc le débit massique qu'il est requis de décharger dépendent de la taille de la soupape de sûreté. En outre, le débit massique diphasique à travers une soupape de sûreté dépend essentiellement de la qualité de l'écoulement massique (fraction de la masse de vapeur) du fluide à l'entrée de la soupape. Puisque, dans la plupart des cas, ces paramètres ne sont pas facilement accessibles pendant la conception d'un dispositif de décharge, la présente partie de l'ISO 4126 inclut donc également un mode opératoire intégré complet, qui couvre la détermination de la composition de la phase du fluide à l'entrée de la soupape de sûreté. Cette composition de phase du fluide dépend d'un scénario qui conduit à l'augmentation de pression. Par conséquent, le mode opératoire de dimensionnement recommandé commence par la définition du cas de dimensionnement et inclut une méthode destinée à la prévision du débit massique à décharger et de la qualité résultante de l'écoulement massique à l'entrée de la soupape de sûreté.

S'il est confirmé que l'écoulement est monophasique jusqu'à la section droite d'écoulement la plus étroite, il est approprié d'utiliser l'ISO 4126-1. Les équations de l'ISO 4126-1 sont également incluses dans la présente partie de l'ISO 4126 afin de calculer les débits aux conditions limites de l'écoulement monophasique; elles sont modifiées en fonction des unités SI utilisées.

Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives —

Partie 10:

Dimensionnement des soupapes de sûreté pour les débits diphasiques gaz/liquide

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4126 spécifie le dimensionnement des soupapes de sûreté pour l'écoulement diphasique gaz/liquide montées sur les systèmes sous pression tels que les réacteurs, les réservoirs de stockage, les colonnes, les échangeurs thermiques, les systèmes de tuyauterie, ou les réservoirs/containers de transport. Les états possibles du fluide à l'entrée de la soupape de sûreté qui peuvent entraîner un écoulement diphasique sont donnés dans le Tableau 1.

NOTE L'expression «soupape de sûreté» renvoie aux soupapes décrites dans l'ISO 4126-1, l'ISO 4126-4 et l'ISO 4126-5.

Tableau 1 — États possibles du fluide à l'entrée de la soupape de sûreté pouvant entraîner un écoulement diphasique

États du fluide à l'entrée de la soupape	Cas	Exemples
liquide	faiblement sous-refroidi (éventuellement autovaporisation dans la soupape de sûreté) saturé avec gaz dissous	eau froide eau bouillante CO ₂ /eau
gaz/vapeur	vapeur presque saturée (éventuellement condensation dans la soupape de sûreté)	vapeur d'eau
gaz/liquide	vapeur/liquide liquide non volatil et gaz non condensable (qualité constante) mélange gaz/liquide, lorsque le gaz est désorbé ou produit	vapeur d'eau/eau air/eau

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris tous les amendements).

ISO 4126-1, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives — Partie 1: Soupapes de sûreté*

3 Termes et définitions

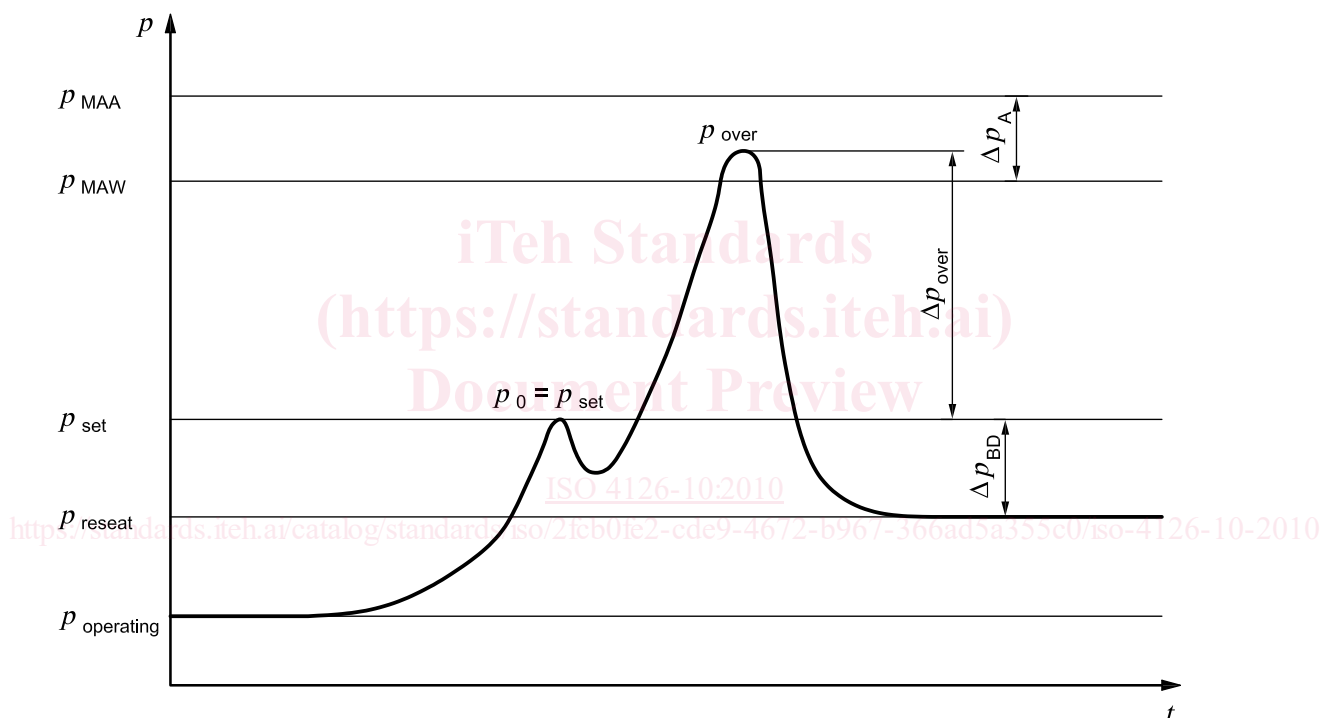
Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 4126-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 système sous pression
équipement, tel que réacteurs, réservoirs de stockage, colonnes, échangeurs thermiques, systèmes de tuyauterie et réservoirs/containers de transport, protégé par une soupape de sûreté contre une accumulation de pression non admissible

3.2 Pression

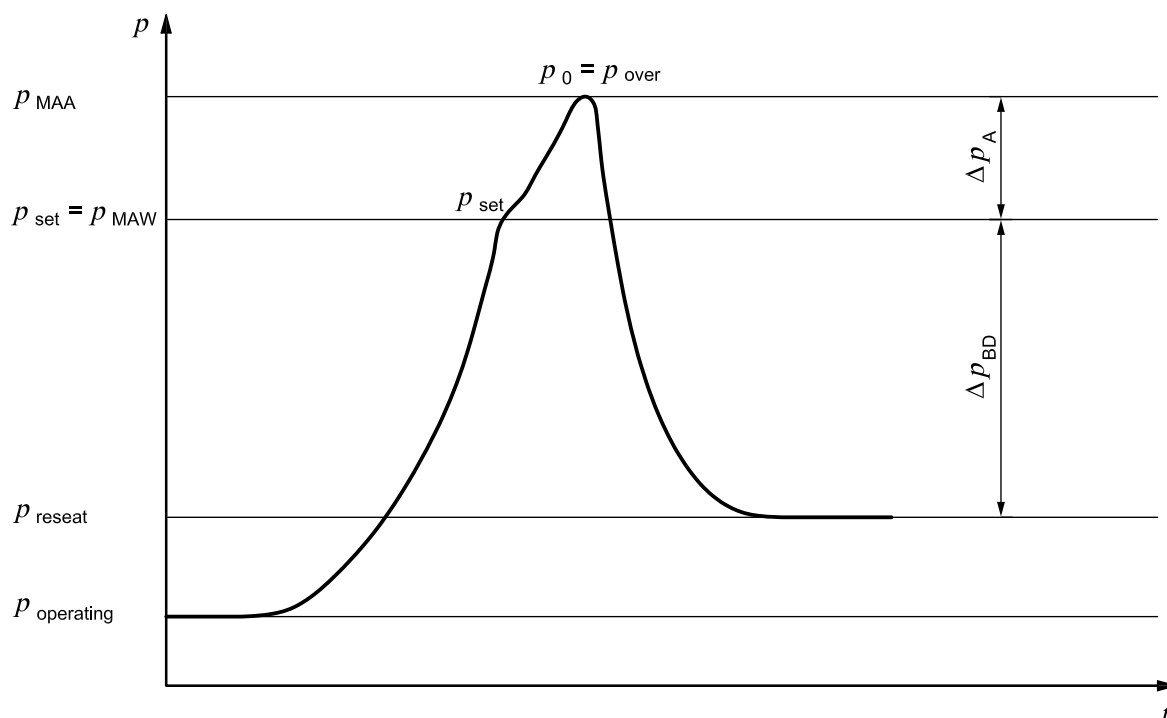
NOTE 1 Voir Figures 1 a) et 1 b) pour une illustration de la relation entre les pressions définies de 3.2.1 à 3.2.7.

NOTE 2 Contrairement à la définition utilisée dans les autres parties de l'ISO 4126, par exemple l'ISO 4126-1, toutes les pressions sont exprimées en pression absolue et non pas en pression manométrique.



a) Historique de pression idéalisé d'un système de réaction tempéré typique, correctement dimensionné

Figure 1 — Relation entre les différentes pressions définies (suite)



b) Historique typique de pression d'un système gazeux chauffé extérieurement avec un événement

Légende

p_{MAA}	pression accumulée maximale admissible	p_0	pression de dimensionnement égale à p_{set} comme montré à la Figure 1 a) et égale à p_{over} comme montré à la Figure 1 b)
p_{MAW}	pression absolue de service maximale admissible	p_{over}	surpression
p_{set}	pression de début d'ouverture	Δp_A	accumulation maximale admissible
p_{reseat}	pression de fermeture	Δp_{over}	changement en surpression
$p_{operating}$	pression de service		
Δp_{BD}	chute de pression		

Figure 1 — Relation entre les différentes pressions définies

3.2.1

pression absolue de service maximale admissible

p_{MAW}

pression maximale acceptable en partie supérieure d'un système sous pression, dans sa position de service, à une température déterminée

3.2.2

pression accumulée maximale admissible

p_{MAA}

somme de la pression de service maximale admissible et de l'accumulation maximale admissible

NOTE L'accumulation maximale admissible est établie par les règles d'exploitation applicables et par les contingences d'incendie.

3.2.3

accumulation maximale admissible

Δp_A

augmentation de pression au-delà de la pression de service maximale admissible d'un système sous pression, pendant la décharge au travers de la soupape de sûreté

NOTE L'accumulation maximale admissible est exprimée en unités de pression ou en pourcentage de la pression de service maximale admissible.

3.2.4

pression de début d'ouverture

p_{set}

pression absolue prédéterminée à laquelle une soupape de sûreté commence à s'ouvrir au plus tard dans les conditions de service

NOTE 1 La pression de début d'ouverture est la pression de début d'ouverture définie dans l'ISO 4126-1 exprimée en pression absolue.

NOTE 2 Voir Figures 1 a) et 1 b) pour plus de détails.

3.2.5

surpression absolue

Δp_{over}

augmentation de pression au-delà de la pression de début d'ouverture de la soupape de sûreté, p_{set}

NOTE 1 La surpression absolue maximale est identique à l'accumulation maximale, Δp_A , lorsque la pression de début d'ouverture de la soupape de sûreté est établie à la pression de service maximale admissible du système sous pression.

NOTE 2 La surpression absolue est exprimée en unités de pression ou en pourcentage de la pression de début d'ouverture.

3.2.6

surpression

p_{over}

pression maximale dans l'équipement en décharge, c'est-à-dire la pression inférieure ou égale à la pression maximale accumulée

3.2.7

pression de dimensionnement

p_0

pression à laquelle toutes les données des caractéristiques, en particulier le facteur de compressibilité, ω , sont calculées pour dimensionner la soupape de sûreté

NOTE Dans le cas des systèmes réactifs tempérés et hybrides, la pression de dimensionnement doit être égale à la pression de début d'ouverture. Dans le cas des systèmes non réactifs et gazeux, l'ingénieur peut choisir une valeur de pression de dimensionnement plus élevée, mais elle ne doit pas dépasser la pression accumulée maximale admissible.

3.2.8

pression critique

p_{crit}

pression critique hydrodynamique du fluide dans la section droite d'écoulement la plus étroite de la soupape de sûreté et/ou dans un élargissement de la section de la ligne de sortie

NOTE À cette pression, le débit massique approche un maximum pour les conditions de dimensionnement données du système sous pression. Quelle que soit la diminution de la pression aval, celle-ci n'augmentera pas davantage le débit. Habituellement, la pression critique se produit dans la soupape de sûreté, c'est-à-dire dans le siège de soupape, la buse d'entrée et/ou dans le corps de la soupape. Dans les longues lignes de sortie des soupapes de sûreté, de multiples pressions critiques peuvent également apparaître.

3.2.9

rapport de pression critique

η_{crit}

rapport de la pression critique et de la pression de dimensionnement

3.2.10 contre-pression

p_b

pression qui existe à la sortie d'une soupape de sûreté, en raison de la pression dans le système de décharge

NOTE La contre-pression peut être constante ou variable ; c'est la somme de la contre-pression initiale statique et de la contre-pression engendrée.

3.2.11 contre-pression engendrée

pression existant à la sortie de la soupape de sûreté provoquée par l'écoulement du fluide au travers de la soupape et du système de décharge

3.2.12 contre-pression initiale statique

pression statique existant à la sortie de la soupape de sûreté, au moment où le dispositif est sollicité pour fonctionner

NOTE La contre-pression initiale statique est le résultat de la pression dans le système de décharge provenant d'autres sources.

3.2.13 perte de pression à l'entrée

Δp_{loss}

diminution de pression non récupérable due à l'écoulement dans la tuyauterie, depuis l'équipement à protéger jusqu'à l'entrée de la soupape de sûreté

3.2.14 chute de pression

Δp_{BD}

différence entre la pression de début d'ouverture et la pression de fermeture

NOTE La chute de pression est normalement exprimée comme un pourcentage de la pression de début d'ouverture.

3.3 Débit <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fc0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010>

3.3.1 débit massique qu'il est requis de décharger du système sous pression

$Q_{m,\text{out}}$

débit massique qu'il est requis de décharger d'un système sous pression de façon que la pression n'excède pas la pression accumulée maximale admissible dans l'équipement sous pression pendant le fonctionnement de l'évent

3.3.2 débit massique d'alimentation entrant dans le système sous pression

$Q_{m,\text{feed}}$

débit massique maximal introduit dans le système sous pression à protéger par une ligne d'alimentation ou par une vanne de régulation

3.3.3 flux massique déchargeable au travers de la soupape de sûreté

\dot{m}_{SV}

débit massique réel, par unité de surface, à travers une soupape de sûreté aux conditions de dimensionnement, calculé en rapport avec les coefficients certifiés de décharge relatifs aux écoulements gazeux et liquide

NOTE Voir Équation (35).

3.3.4

coefficient de décharge relatif à l'écoulement

$K_{dr,g}$ (gaz)

$K_{dr,l}$ (liquide)

facteur de correction défini par le rapport du flux de masse théorique déchargeable à travers une soupape de sûreté à un flux de masse déchargeable expérimentalement déterminé à travers une soupape du même fabricant

NOTE Le coefficient de décharge est lié à la section droite du siège de la soupape et représente les imperfections de l'écoulement à travers une soupape de sûreté, comparé à celui obtenu à travers un modèle de référence (buse idéale). Les valeurs certifiées pour les écoulements de gaz et de liquide, K_d , sont habituellement fournies par les fabricants de soupapes ou déterminés expérimentalement. Les coefficients de débit nominal K_{dr} , égaux à $0,9 K_d$ sont employés pour déterminer la section de dimensionnement de la soupape de sûreté.

3.4 Section d'écoulement

3.4.1

section de dimensionnement de la soupape de sûreté

A_0

résultat le plus important du mode opératoire de dimensionnement, conforme à la présente partie de l'ISO 4126, requis pour sélectionner une soupape de sûreté convenablement dimensionnée

NOTE Il est important que le coefficient de décharge assigné et que le flux de masse déchargeable au travers de la soupape de sûreté soient liés à cette aire spécifique. La section de dimensionnement est identique à la section du siège de la soupape.

3.4.2

section d'écoulement effective de la ligne d'alimentation ou de la soupape de commande

A_{feed}

section d'écoulement de décharge d'une ligne d'alimentation ou d'une soupape de commande dans la ligne allant au système sous pression

3.5 État du fluide

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2fc0fe2-cde9-4672-b967-366ad5a355c0/iso-4126-10-2010>

3.5.1 **mélange gaz-liquide**

mélange de fluides composé d'une partie liquide et d'une partie gazeuse, dans lequel le gaz n'est pas nécessairement de la même composition chimique que le liquide

3.5.2

système tempéré

système fluide dans lequel de l'énergie est éliminée de la phase liquide par évaporation ou par autovaporisation

3.5.3

système gazeux

système fluide dans lequel un gaz permanent est généré (par exemple par réaction chimique ou par désorption d'une solution) et où aucune quantité significative d'énergie n'est éliminée du liquide par évaporation, aux conditions de dimensionnement

3.5.4

système hybride

système fluide qui présente, de façon significative, des caractéristiques à la fois d'un système tempéré et d'un système gazeux, aux conditions de dimensionnement

3.5.5

réaction d'emballement thermique

réaction chimique exothermique non contrôlée

3.6**pression thermodynamique critique** p_c

propriété d'état, conjointement avec la température thermodynamique critique, au point critique thermodynamique

3.7**température thermodynamique critique** T_c

propriété d'état, conjointement avec la pression thermodynamique critique, au point critique thermodynamique

3.8**température de dimensionnement** T_0

température du système sous pression, aux pressions de dimensionnement

3.9**excès de température** T_{over}

température maximale dans le système sous pression pendant le fonctionnement de l'événement

3.10**différence de température de saturation** ΔT_{over}

différence entre la température de saturation à la surpression, p_{over} , et la température de saturation à la pression de dimensionnement, p_0

3.11**condition de dimensionnement**

condition dans le système sous pression définie par la pression de dimensionnement et par la température de dimensionnement

3.12**seuil de remplissage critique** ϕ_{limit}

niveau initial maximal de remplissage de liquide (retenue de liquide) dans le système sous pression, aux conditions de dimensionnement pour lesquelles l'écoulement de gaz ou de vapeur monophasique se produit, pendant le fonctionnement de l'événement

NOTE

Pour des niveaux de remplissage supérieurs, il est supposé qu'un écoulement diphasique a lieu.

3.13**niveau initial de remplissage de liquide** ϕ_0

niveau initial de remplissage de liquide (retenue de liquide) dans le système sous pression à protéger, aux conditions de dimensionnement

3.14**ligne d'entrée**

tuyauterie et raccords associés reliant le système sous pression à l'entrée de la soupape de sûreté

3.15**ligne de sortie**

tuyauterie et raccords associés reliant la sortie de la soupape de sûreté à un dispositif de confinement ou à l'atmosphère

4 Symboles et termes abrégés

Variable	Définition	Unité
A_{feed}	section d'écoulement effective de la ligne d'alimentation ou de la soupape de commande	m ²
A_{fire}	aire de la surface totale mouillée exposée à un feu	m ²
A_{heat}	aire de la surface d'échange thermique, dans le système sous pression, en cas d'apport externe de chaleur	m ²
A_0	section minimale requise pour le siège de la soupape de sûreté (section de dimensionnement de la soupape de sûreté)	m ²
A_v	section dans un récipient cylindrique vertical	m ²
B_{heat}	coefficient global (maximum) de transmission thermique [voir Équation (23)]	W/(m ² ·K)
C	coefficient d'écoulement	—
c_p	chaleur spécifique à pression constante	J/(kg·K)
D	diamètre intérieur d'un récipient cylindrique vertical	m
$\frac{dp}{dt}$	vitesse d'augmentation de pression dans le système sous pression	Pa/s
$\frac{dT}{dt}$	vitesse d'autoéchauffement due à la réaction dans le système sous pression	K/s
F	facteur environnemental relatif à l'apport de chaleur d'une source de chaleur (voir 6.4.3.2)	—
g_n	accélération due à la pesanteur	m/s ²
H_l	hauteur du niveau de liquide dans un récipient cylindrique vertical (du fond du récipient jusqu'au niveau de liquide)	m
k_{∞}	paramètre de corrélation destiné à calculer la vitesse caractéristique de montée des bulles	—
$K_{\text{dr},2\text{ph}}$	coefficient de décharge de l'écoulement diphasique	—
$K_{\text{dr},g}$	coefficient de décharge certifié d'une soupape pour un écoulement monophasique gaz/vapeur	—
$K_{\text{dr},l}$	coefficient de décharge certifié d'une soupape pour un écoulement monophasique liquide	—
K_{vs}	facteur de décharge du liquide, pour une soupape de commande entièrement ouverte, dans la ligne d'alimentation	m ³ /h
\dot{m}	flux massique	kg/(m ² ·s)
\dot{m}_{SV}	flux massique déchargeable au travers de la soupape de sûreté	kg/(m ² ·s)
M_0	masse totale de liquide dans le système sous pression aux conditions de dimensionnement	kg
M	masse moléculaire	kg/kmol
N	facteur de retard à l'ébullition, représentant le non-équilibre thermodynamique	—
p	pression dans le système sous pression	Pa
p_b	contre-pression	Pa
p_c	pression thermodynamique critique	Pa
p_{crit}	pression hydrodynamique critique	Pa