

---

---

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

**Partie 7:  
Données communes**

*Safety devices for protection against excessive pressure —*

*Part 7: Common data*

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

[ISO 4126-7:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013>



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

[ISO 4126-7:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2013

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au 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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles et unités</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Détermination des performances d'une soupape de sûreté</b> .....	<b>5</b>
5.1   Détermination du coefficient de débit.....	5
5.2   Écoulements critique et sub-critique.....	5
5.3   Débit en écoulement critique.....	5
5.4   Débit pour tout gaz en écoulement sub-critique.....	6
5.5   Débit pour liquide non auto-vaporisant comme le fluide d'essai dans la zone de turbulence où le nombre de Reynolds $R_e$ est supérieur ou égal à 80 000.....	7
<b>6</b> <b>Dimensionnement des soupapes de sûreté</b> .....	<b>7</b>
6.1   Généralités.....	7
6.2   Soupapes pour décharge de vapeur ou de gaz.....	7
6.3   Calcul du débit.....	7
<b>7</b> <b>Propriétés thermodynamiques</b> .....	<b>10</b>
7.1   Données relatives à la vapeur d'eau.....	10
7.2   Valeurs de $C$ en fonction de $k$ .....	10
7.3   Facteurs de correction du débit théorique pour écoulement sub-critique ( $K_b$ ).....	10
7.4   Diagramme d'estimation pour le facteur de compressibilité, $Z$ .....	10
7.5   Facteur de correction de débit pour la viscosité, $K_v$ .....	22
7.6   Propriétés des gaz.....	23
<b>8</b> <b>Exigences minimales applicables aux ressorts hélicoïdaux à compression</b> .....	<b>24</b>
8.1   Généralités.....	24
8.2   Matériaux.....	24
8.3   Marquage.....	25
8.4   Dimensions.....	25
8.5   Coupelles/rondelles de ressort.....	25
8.6   Inspection, essais et tolérances.....	26
<b>9</b> <b>Exigences minimales applicables aux ressorts à rondelles élastiques de soupape de sûreté</b> .....	<b>28</b>
9.1   Généralités.....	28
9.2   Matériaux.....	28
9.3   Marquage.....	28
9.4   Dimensions.....	28
9.5   Inspection, essais et tolérances.....	28
<b>Annexe A (informative) Exemples de calculs de débit pour différents fluides</b> .....	<b>30</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>35</b>

## 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 4126-7 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 185, *Dispositifs de sûreté pour la protection contre les excès de pression*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4126-7:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 4126-7:2004/Cor.1:2006.

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 asservis (CSPRS)*
- *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 sécurité autres que les dispositifs à disque de rupture installés seuls*
- *Partie 10: Dimensionnement des soupapes de sûreté pour les débits diphasiques gaz/liquide*
- *Partie 11: Essais de performance<sup>1)</sup>*

---

1) En préparation.

# Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives —

## Partie 7: Données communes

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4126 spécifie des exigences pour les soupapes de sûreté. Elle contient des données qui sont communes aux parties 1 à 6 de l'ISO 4126 pour éviter les répétitions inutiles.

Pour les liquides auto-vaporisants ou les mélanges biphasiques, voir l'ISO 4126-10.

L'utilisateur est averti du fait qu'il n'est pas recommandé d'utiliser la formule des gaz parfaits présentée en 6.3 lorsque la température de décharge est plus grande que 90 % de la température critique thermodynamique et la pression de décharge est plus grande que 50 % de la pression critique thermodynamique. De plus, la condensation n'est pas prise en compte. Si une condensation apparaît, il convient que la méthodologie présentée en 6.3 ne soit pas utilisée.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants, en tout ou en partie, sont référencés normativement dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 les éventuels amendements).

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

ISO 4126-2, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives — Partie 2: Dispositifs de sûreté à disque de rupture*

ISO 4126-4, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives — Partie 4: Soupapes de sûreté pilotées*

ISO 4126-5, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives — Partie 5: Dispositifs de sécurité asservis (CSPRS)*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 4126-1, l'ISO 4126-2, l'ISO 4126-3, l'ISO 4126-4, l'ISO 4126-5 et les suivants s'appliquent.

NOTE L'unité de pression utilisée dans l'ISO 4126-7 est le bar ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ), considéré comme manométrique (relatif à la pression atmosphérique) ou absolu suivant le besoin.

### 3.1

#### **soupape de sûreté**

appareil de robinetterie qui évacue automatiquement une quantité de fluide, sans l'assistance d'aucune autre énergie que celle du fluide concerné, de façon à éviter de dépasser une 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

Note 1 à l'article: La soupape peut être caractérisée, soit par une action progressive rapide (ouverture rapide), soit par une ouverture proportionnelle (pas nécessairement linéaire) à l'élévation de pression par rapport à la pression de début d'ouverture. Le terme «soupape de sûreté» tel qu'il est utilisé dans la présente partie de l'ISO 4126 s'applique aux autres types de soupapes couvertes par l'ISO 4126-1, l'ISO 4126-4 et l'ISO 4126-5.

### 3.2

#### **pression de début d'ouverture**

pression prédéterminée à laquelle la soupape de sûreté commence à s'ouvrir dans les conditions de service

Note 1 à l'article: 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.

### 3.3

#### **pression maximale admissible, PS**

pression maximale pour laquelle l'équipement à protéger est conçu

### 3.4

#### **surpression**

augmentation de pression par rapport à la pression de début d'ouverture, exprimée généralement en pourcentage de la pression de début d'ouverture

### 3.5

#### **pression d'ouverture**

pression utilisée pour le dimensionnement d'une soupape de sûreté qui est supérieure ou égale à la pression de début d'ouverture augmentée de la surpression

### 3.6

#### **contre-pression**

pression existant à l'aval de la soupape de sûreté du fait de la pression dans le système de décharge

Note 1 à l'article: La contre-pression est la somme de la contre-pression initiale et de la contre-pression engendrée.

### 3.7

#### **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

### 3.8

#### **contre-pression initiale**

pression existant à l'aval d'une soupape de sûreté au moment où celle-ci va entrer en fonctionnement

Note 1 à l'article: C'est la résultante des pressions provenant d'autres sources dans le système de décharge.

### 3.9

#### **section d'écoulement**

section droite minimale (et non la plus petite section entre le disque et le siège) située entre l'entrée du corps et le siège, qui sert à calculer le débit théorique, sans déduction pour tenir compte des obstacles éventuels

Note 1 à l'article: Le symbole est  $A$ .

### 3.10

#### **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

**3.11**

**coefficient de débit**

valeur du débit de décharge réel (à partir d'essais) divisé par le débit de décharge théorique (à partir d'un calcul)

**3.12**

**débit (de décharge) certifié**

partie du débit mesuré dont il est autorisé de se servir comme base pour l'utilisation d'une soupape de sûreté

Note 1 à l'article: Il peut être, par exemple, égal au produit

- a) du débit mesuré par le coefficient d'abattement de 0,9, ou
- b) du débit théorique par le coefficient de débit certifié et par le coefficient d'abattement de 0,9, ou
- c) du débit théorique par le coefficient de débit après abattement.

**3.13**

**titre de siccité**

**qualité de la vapeur d'eau**

mesure de la teneur relative vapeur/liquide d'une quantité de vapeur d'eau ou d'un écoulement. Exprimé en fraction massique ou en pourcentage de vapeur

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

[ISO 4126-7:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013>

## 4 Symboles et unités

Tableau 1 — Symboles et leurs descriptions

Symbole	Description	Unité
$A$	Section d'écoulement de la soupape de sûreté (et non la plus petite section entre le disque et le siège)	mm <sup>2</sup>
$C$	Fonction du coefficient isentropique, $k$	–
$K_b$	Facteur de correction du débit théorique pour un écoulement sub-critique	–
$K_d$	Coefficient de débit <sup>a</sup>	–
$K_{dr}$	Coefficient de débit certifié après abattement ( $K_d \times 0,9$ ) <sup>a</sup>	–
$K_v$	Facteur de correction de viscosité	–
$k$	Coefficient isentropique à la pression et température d'ouverture	–
$M$	Masse moléculaire	kg/kmol
$n$	Nombre d'essais	–
$p_o$	Pression d'ouverture - absolue	bar (abs.)
$p_b$	Contre-pression - absolue	bar (abs.)
$p_c$	Pression critique thermodynamique - absolue	bar (abs.)
$p_r$	Pression réduite	–
$PS$	Pression maximale admissible	bar (abs.)
$\dot{Q}_m$	Débit massique	kg/h
$q_m$	Débit massique spécifique théorique	kg/(h·mm <sup>2</sup> )
$q'_m$	Débit massique spécifique déterminé par essais	kg/(h·mm <sup>2</sup> )
$R$	Constante universelle des gaz	J/K·mol
$Re$	Nombre de Reynolds	–
$T_o$	Température d'ouverture	K
$T_c$	Température critique thermodynamique	K
$T_r$	Température réduite	–
$\mu_0$	Viscosité dynamique	Pa·s
$v_o$	Volume spécifique aux pressions et températures réelles d'ouverture	m <sup>3</sup> /kg
$x_0$	Titre de siccité de la vapeur humide à l'entrée de la soupape aux pressions et températures réelles d'ouverture <sup>b</sup>	–
$k_s$	Coefficient de pression de la vapeur d'eau	h·mm <sup>2</sup> bar (abs)/kg
$Z$	Facteur de compressibilité aux pressions et températures réelles d'ouverture	–

<sup>a</sup>  $K_d$  et  $K_{dr}$  sont exprimés en 0,xxx.  
<sup>b</sup>  $x_0$  est exprimé en 0,xx.



## 5 Détermination des performances d'une soupape de sûreté

### 5.1 Détermination du coefficient de débit

Le coefficient de débit,  $K_d$ , se calcule à partir de:

$$K_d = \frac{\sum_{m=1}^n \left( \frac{q'_m}{q_m} \right)}{n} \quad (1)$$

$K_d$  doit être calculé jusqu'à la troisième décimale significative. Tout arrondi doit être effectué à la valeur inférieure.

### 5.2 Écoulements critique et sub-critique

Le débit théorique de gaz ou de vapeur qui passe à travers un orifice, tel celui de la section d'écoulement d'une soupape de sûreté, augmente tandis que la pression aval diminue jusqu'à la pression critique, jusqu'à ce que le débit critique soit atteint. Toute diminution ultérieure de la pression aval n'entraîne plus d'augmentation ultérieure du débit.

L'écoulement critique se rencontre quand

$$\frac{p_b}{p_o} \leq \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k/(k-1))} \quad (2)$$

et l'écoulement sub-critique survient quand

$$\frac{p_b}{p_o} > \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k/(k-1))} \quad (3)$$

iTech Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview  
ISO 4126-7:2013  
<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/d224998b-551c-4e88-8969-64cfe9273014/iso-4126-7-2013>

### 5.3 Débit en écoulement critique

#### 5.3.1 Débit de vapeur d'eau

$$q_m = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (4)$$

L'Équation (4) autorise l'utilisation des tableaux relatifs à la vapeur d'eau pour obtenir les volumes massiques de vapeur d'eau à différentes pressions et températures. L'utilisateur est prévenu du fait que l'utilisation directe de cette équation peut conduire à une erreur de plus de 20 % à mesure que la température s'approche de la condition de saturation ou supercritique. Une erreur inférieure à 1 % ne peut être obtenue qu'à une température de vapeur d'eau au moins supérieure à 30 °C au-dessus de la condition de saturation ou supérieure au résultat de  $30+(p_0-200)$ , en °C, utilisant  $p_0$  en bar au-dessus de la condition de saturation ou supercritique. Une méthodologie incluant des températures inférieures est décrite ci-après.

En alternative, l'équation précédente peut être aménagée comme suit:

$$q_m = \frac{p_o}{k_s} \tag{5}$$

où  $k_s$  est le coefficient de pression de vapeur d'eau.

$$k_s = \frac{\sqrt{p_o v_o}}{0,2883 C} \tag{6}$$

NOTE 1  $0,2883 = \frac{\sqrt{R}}{10} = \frac{\sqrt{8,3143}}{10}$  (7)

Des valeurs pour le coefficient de pression de vapeur d'eau  $k_s$  peuvent être obtenues par le [Tableau 2](#). Voir [6.3.1](#) pour les explications du développement du [Tableau 2](#).

Cela est applicable pour de la vapeur d'eau saturée sèche ou surchauffée. Dans ce contexte, par vapeur d'eau sèche saturée on entend une vapeur d'eau d'une siccité minimale de 98 %, où  $C$  est une fonction du coefficient isentropique dans les conditions d'ouverture.

$$C = 3,948 \sqrt{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}} \tag{8}$$

NOTE 2  $3,948 = \frac{3600}{\sqrt{10^5 \times \sqrt{R}}}$  (9)

La valeur de  $k$  utilisée pour déterminer  $C$  doit être basée sur les conditions actuelles d'écoulement à l'entrée de la soupape de sûreté et doit être définie à partir du [Tableau 3](#).

**5.3.2 Débit pour tout gaz en conditions d'écoulement critique**

$$q_m = p_o C \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \tag{10}$$

Voir [Figure 1](#) pour des valeurs de  $Z$ .

$$C = 3,948 \sqrt{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}} \tag{11}$$

voir [Tableau 3](#) pour les valeurs arrondies pour  $C$ .

**5.4 Débit pour tout gaz en écoulement sub-critique**

$$q_m = p_o C K_b \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C K_b \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \tag{12}$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2k}{k-1} \left[ \left( \frac{p_b}{p_o} \right)^{2/k} - \left( \frac{p_b}{p_o} \right)^{(k+1)/k} \right]}{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}}} \quad (13)$$

Voir [Tableau 4](#) pour les valeurs de  $K_b$ .

### 5.5 Débit pour liquide non auto-vaporisant comme le fluide d'essai dans la zone de turbulence où le nombre de Reynolds $R_e$ est supérieur ou égal à 80 000

$$q_m = 1,61 \sqrt{\left( \frac{p_o - p_b}{\nu_o} \right)} \quad (14)$$

NOTE

$$1,61 = \frac{3600\sqrt{2}}{10\sqrt{10^5}} \quad (15)$$

## 6 Dimensionnement des soupapes de sûreté

### 6.1 Généralités

Le coefficient de débit certifié après abattement  $K_{dr}$  de la soupape de sûreté ne doit pas être plus grand que 90 % du coefficient de débit  $K_d$  déterminé par essai:

$$K_{dr} \leq 0,9 K_d \quad (16)$$

Le débit ne doit pas être calculé pour une surpression inférieure à celle à laquelle les essais ont été effectués pour définir les caractéristiques d'écoulement, bien qu'il puisse être calculé à une pression d'ouverture plus élevée.

Les soupapes dont le coefficient de débit certifié après abattement a été établi sur la base d'un débit critique vis-à-vis de la contre-pression d'essai peuvent ne pas avoir le même coefficient de débit certifié après abattement à une contre-pression supérieure, voir l'ISO 4126-1, l'ISO 4126-3, l'ISO 4126-4 ou l'ISO 4126-5 selon le cas, pour les exigences relatives à la certification du coefficient de débit des différents types de soupapes.

### 6.2 Soupapes pour décharge de vapeur ou de gaz

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

Pour calculer le débit d'un gaz quelconque, on doit admettre que la section et le coefficient de débit sont constants et les équations données dans l'Article 5 doivent être utilisées.

### 6.3 Calcul du débit

Il convient que la formule des gaz parfaits présentée en [6.3](#) ne soit pas utilisée lorsque la température de décharge est plus grande que 90 % de la température critique thermodynamique et la pression de décharge est plus grande que 50 % de la pression critique thermodynamique. De plus, la condensation n'est pas prise en compte. Si une condensation apparaît, il convient que la méthodologie présentée en [6.3](#) ne soit pas utilisée.

NOTE 1 L'équation à appliquer dépend du fluide à décharger.

NOTE 2 Voir l'[Annexe A](#) pour les calculs en exemple.

**6.3.1 Calcul du débit en vapeur d'eau (saturée, surchauffée ou supercritique) en débit critique**

$$\dot{Q}_m = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \tag{17}$$

L'Équation (17) autorise l'utilisation des tableaux relatifs à la vapeur pour obtenir les volumes massiques de vapeur à différentes pressions et températures. L'utilisateur est prévenu du fait que l'utilisation directe de cette équation peut conduire à une erreur de plus de 20 % à mesure que la température s'approche de la condition de saturation ou supercritique. Une erreur inférieure à 1 % ne peut être obtenue qu'à une température de vapeur au moins supérieure à 30 °C au-dessus de la condition de saturation ou supérieure au résultat de 30+(p<sub>0</sub>-200), en °C, utilisant p<sub>0</sub> en bar au-dessus de la condition de saturation ou supercritique. Une méthodologie incluant des températures inférieures est décrite ci-après.

En alternative, l'équation précédente peut être aménagée comme suit:

$$\dot{Q}_m = \frac{A K_{dr} p_o}{k_s} \tag{18}$$

où k<sub>s</sub> est le coefficient de pression de vapeur,

$$k_s = \frac{\sqrt{p_o v_o}}{0,2883 C} \tag{19}$$

Des valeurs pour le coefficient de pression de vapeur k<sub>s</sub>, peuvent être obtenues par le [Tableau 2](#). Les valeurs du [Tableau 2](#) ont été établies par calcul itératif sur le débit de tuyère en utilisant la procédure suivante:

- a) L'expansion isentropique depuis une pression d'entrée de tuyère vers plusieurs pressions données au col a été calculée.
- b) Le débit massique par unité de section au col (le ratio de la vitesse au col de la tuyère sur le volume spécifique coïncident) a été calculé pour chaque pression donnée au col.
- c) Les propriétés réelles thermodynamiques de la vapeur selon IAPWS IF97 ont été utilisées pour chaque pression donnée au col.
- d) La procédure itérative de calcul s'arrête lorsque le maximum du débit massique est détecté, cette valeur a été utilisée pour l'établissement de la valeur de k<sub>s</sub>.